HYDROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN IM GOLFE VON TRIEST

VON

DR. ALFRED MERZ.

Mit 11 Tafeln und 1 Karte.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 13. OKTOBER 1910.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite	
Vorwort	3— 4	[163—164]
Einleitung	4— 9	[164—169]
1. Arbeitsgebiet	4— 6	[164—166]
2. Arbeitstermine und Beobachtungsstationen	6— 7	[166—167]
3. Instrumente und Untersuchungsmethoden	7— 9	[167—169]
1. Hauptteil. Die vielstündigen Beobachtungen	10—107	[170—267]
Vorbemerkungen	10	[170]
1. Abschnitt.		
Analyse der einzelnen Beobachtungsreihen	10—58	[170—218]
1. Station I (Juli 1905, 5 *km* südlich von Grado)	10—14	[170—174]
2. Station IV (Juli 1905, 450 *m* westlich von Pirano)	14—17	[174—177]
3. Station V (Juli/August 1905, 2·4 *km* westlich von Umago)	17—27	[177—187]
4. Station XIV (Juli 1908, 5 *km* südlich von Grado)	27—33	[187—193]
5. Station XV (Juli 1908, 600 *m* nördlich von Pirano)	33—36	[193—196]
6. Station VII (Oktober 1905, 2 *km* westlich von Umago)	36—38	[196—198]
7. Station VIII (Jänner 1906, 1 *km* nördlich von Pirano)	38—39	[198—199]
8. Station XII (Februar 1908, ebenda)	39—41	[199—201]
9. Station IX (März 1906, ebenda)	41—43	[201—203]
10. Station VI (Juli 1905, Golf von Monfalcone)	44—48	[204—208]
11. Station XIII[1] (Juli 1908, Lagune von Grado, bei Barbana)	48—51	[208—211]
12. Station II[1] (Juli 1905, ebenda)	51—52	[211—212]

Seite

13. Station XI[1] (Februar 1908, ebenda) . . . . 52—55 [212—215]
14. Station X[1] (März 1906, ebenda) . . . . 55—56 [215—216]
15. Station III[1] (Juli 1905, Lagune von Grado, bei S. Pietro d'Orio) . . . . 56—58 [216—218]

2. Abschnitt.

Ergebnisse aus der Zusammenfassung der vielstündigen Beobachtungsreihen . . . . 58—107 [218—267]
1. Der Gang der Luft- und Wassertemperatur . . . . 58—70 [218—230]
a) im Sommer im allgemeinen . . . . 58—64 [218—224]
b) an heiteren Sommertagen . . . . 64—66 [224—226]
c) an trüben Sommertagen . . . . 66—69 [226—229]
d) im Winter . . . . 69—70 [229—230]
2. Fehlerquellen bei der Bestimmung der Temperaturdifferenzen zwischen Luft und Wasser . . 70—77 [230—237]
a) Verursacht durch die Wahl des Instrumentes und des Beobachtungsortes . . . . 70—76 [230—236]
b) Verursacht durch Beobachtung der Lufttemperatur in wechselnder Höhe über dem Wasserspiegel . . . . 76—77 [236—237]
3. Der tägliche Temperaturgang in verschiedenen Tiefen . . . . 77—81 [237—241]

Anhangtabellen . . . . 82—107 [242—267]

Vorwort.

Als der im Jahre 1903 in Wien gegründete Verein zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Adria seine Arbeiten im Juli 1904 im Golfe von Triest begann, wurden die hydrographischen und meteorologischen Beobachtungen dem Verfasser übertragen, der dieselben bis zum Frühjahre 1906 durchführte, in welcher Zeit die Untersuchungen im Golfe abgeschlossen und die weiteren Arbeiten in den Meeresteil westlich von Istrien verlegt wurden. Der Versuch, die ozeanographischen Verhältnisse des Golfes auf Grund des in den beiden Jahren gesammelten Materials darzustellen, geriet aber bald ins Stocken, da besonders in einer Richtung das Material allzu lückenhaft war. Es fehlte nämlich an der genügenden Anzahl vielstündiger Beobachtungsserien, die in unserem Gebiete als Hilfsmittel für die Bewertung der fliegenden Beobachtungen unerläßlich erscheinen.

Ein Vergleich der letzteren zeigt nämlich, daß an derselben Lokalität innerhalb eines Tages Salzgehalt und Temperatur oft größere Differenzen aufweisen als Werte von den entgegengesetzten Enden des Golfes, obwohl dessen Verhältnisse ungemein mannigfaltig sind. Um den Ursachen dieser Erscheinungen, die ursprünglich vorzüglich im täglichen Temperaturgang und im Gezeitenphänomen gesucht wurden, systematisch nachzuforschen, wurden bereits im zweiten Arbeitsjahre an typischen Örtlichkeiten eine Reihe vielstündiger Beobachtungen ausgeführt. Aber sie deuteten eine solche Fülle neuer Probleme an, daß es höchst wünschenswert erschien, ihre Zahl noch zu vermehren, zumal sie auch keine sichere Basis für die Bearbeitung der fliegenden Beobachtungen bieten konnten, solange diese Probleme noch ganz ungeklärt waren.

Dieser Forderung konnte der Verfasser, als er nach längerem Aufenthalte in Leipzig wieder nach Wien zurückgekehrt war, dank der außerordentlichen Unterstützung durch den Adriaverein, der ihm Schiff und Instrumente in der entgegenkommendsten Weise zur Verfügung stellte, im Laufe des Jahres 1908 Rechnung tragen und nun endlich an die endgiltige Verarbeitung des gesamten Materials gehen Er glaubt aussprechen zu dürfen, daß seine Hoffnung über die Ergebnisse der vielstündigen Beobachtungen nicht getäuscht wurde. Sie bilden die Grundlage der ganzen Bearbeitung und den Inhalt des ersten allgemeinen Teiles, während der zweite Teil der meereskundlichen Beschreibung des Golfes von Triest gewidmet ist.

Ehe ich aber zum Thema selbst übergehe, möchte ich meinen wärmsten Dank dem Adriavereine abstatten, der meine Arbeiten auch dann auf das kräftigste unterstützte, wenn sie weit über den Rahmen seines Programmes hinausgingen. Ferner möchte ich dem Leiter der Vereinsfahrten, Herrn Professor Dr. K. Cori, herzlich danken, der die größten Opfer an Zeit und Mühe brachte, um selbst meine weitgehendsten Wünsche zu erfüllen, und alle organisatorischen Arbeiten allein auf sich nahm, so daß ich ohne jede andere Sorge bloß meinen Untersuchungen leben konnte, die er selbst durch Rat und Tat förderte. Ihm verdanke ich das Zustandekommen dieser Arbeit zu einem wesentlichen Teile. Aber auch Herrn Geheimrat A. Penck in Berlin bin ich für viele Ratschläge besonders zu Beginn meiner Untersuchungen, Herrn Professor E. Brückner in Wien für gar manche Unterstützung bei der Ausarbeitung zu größtem Danke verpflichtet. Auf eine Reihe interessanter Fragen hat Professor Dr. N. Krebs in Wien meine Aufmerksamkeit gelenkt. Außerordentlich verpflichtet bin ich ferner Herrn E. Mazelle, Direktor des k. k. Maritimen Observatoriums in Triest, der mir die zur Verarbeitung meiner Beobachtungen höchst

wichtigen, umfangreichen korrespondierenden Aufzeichnungen des Observatoriums stets in liebenswürdigster und raschester Weise zur Verfügung stellte. Auch dem Hydrographischen Amte der k. u. k. Kriegsmarine in Pola verdanke ich die Übersendung einer Reihe von Mareographenaufzeichnungen und Herrn Dr. G. Götzinger die freundliche Überlassung einer großen Zahl hydrographischer Beobachtungen aus dem Golfe. Endlich muß ich Herrn Geheimrat J. Partsch in Leipzig und meinem früheren Chef, Herrn Dr. F. Schnürer, Vorstand der k. u. k. Familien-Fideikomißbibliothek in Wien auf das herzlichste für die Liberalität danken, mit der sie meinen Urlaubsgesuchen für diese und andere wissenschaftliche Arbeiten entgegenkamen.

Einleitung.

1. Das Arbeitsgebiet.

Durch die weit nach Süden vorspringende Halbinsel Istrien wird die nördliche Adria in den tieferen und inselreichen Quarnero im Osten und den seichteren, aber größeren Golf von Venedig im Westen zerlegt. Letzterer dringt mit einem zirka 20 *km* breiten Ausläufer noch 30 *km* tief zwischen das Schwemmland von Friaul und das Nordwestgestade der Istrischen Halbinsel ein; das ist der Golf von Triest, der mit seinen Lagunen das Hauptarbeitsgebiet bildete, wenngleich sich einzelne Untersuchungen bis zum Tagliamento im Westen und bis Rovigno im Süden erstreckten.

Langgezogene, von niedrigen Dünenwällen gekrönte, baumlose Inseln, zwischen denen nur einzelne Kanäle ausmünden, grenzen ihn im Norden von der Lagune von Grado ab. Diese dehnt sich 10 *km* lang zwischen dem nach Aquileja hinaufführenden Kanal Pietro d'Orio und der Mündung des Kanals Primero aus und reicht bis zur eigentlichen Festlandsküste von Friaul, die Dünenwälle (bei Panigai und Belvedere) und Auftreten von Schilf und Erlen bezeichnen. Hier wechseln mit Tamarix bewachsene, kleine, aus Schlamm und Sand aufgebaute Inseln mit großen, bei Ebbe trocken liegenden Teichflächen ab, zwischen denen ein Gewirre von schmalen, an manchen Stellen bis 12 *m* tiefen Kanälen hindurchführt, deren größte vermutlich einstige Mündungsarme des Isonzo darstellen und durch die kräftigen Gezeitenströmungen offen gehalten werden, die selbst wohl viele der kleineren Furchen, wie besonders die interessanten gewundenen Abzugsrinnen der Teichflächen, erzeugt haben. — In den Kanal Pietro d'Orio mündet die Natissa, ein kleiner Grundwasserfluß. Die überfluteten Flußbetten, die Bohrung und die archäologischen Funde von Grado deuten wie die Berichte über die einstige Größe dieses kleinen Fischer- und Badeortes, wo jetzt jeder Fußbreit Boden dem Meere durch Aufschüttung abgewonnen werden muß, auf eine jugendliche Transgression dieses Gebietes, die nach A. Grund[1] in der Gschnitz-Daun-Interstadialzeit durch eine Regression des Strandes unterbrochen war. Östlich der Lagunen schiebt der an der Mündung zirka 250 *m* breite, durch eine Barre gesperrte Isonzo seine Deltaspitze vor. Seine trüben, sinkstoffreichen Gewässer, die sich mit der Küstenströmung südwestwärts wenden, geben die Veranlassung zur Entstehung des Lagunengebietes.

Nun tritt die Küste bogenförmig 4·5 *km* nach Norden zurück und bildet so die runde Bai von Panzano (Golf von Monfalcone). Ihr Hintergrund ist flaches Schwemmland; aber dort, wo der kräftige Timavo, die Hauptentwässerungsader des Triestiner Karstwassergebietes, sein klares Wasser in die Bai schüttet, grenzt unvermittelt daran die geschlossene nach Südost ziehende Steilküste des Triester Karstes, die den ganzen Golf von Triest nach Osten abschließt und nur durch die kleine Bucht von Sistiana, eine

[1] Die Entstehung und Geschichte des Adriatischen Meeres. Geogr. Jahresb. aus Österreich, Bd. VI, Wien 1907.

vom Meere geöffnete Doline, und den Vorsprung von Miramare gegliedert ist. Schon vor Aurisina, wo unter dem Meeresspiegel kräftige Quellen entspringen, die jetzt für die Triester Wasserleitung gefaßt sind, legt sich ein schmaler Flyschstreifen an die Kalkbarriere, der sich im Süden zur stumpfen Halbinsel S. Andrea erweitert, die Raum für die Großstadt Triest bot. Nun folgt an der Südseite des Golfes die reich gegliederte istrische Querküste, die sowohl die Triester Flyschmulde als auch die zum Kap Salvore vorspringende Istrische Platte quer abschneidet. Drei an der Mündung weit geöffnete trichterförmige Buchten, die untergetauchten, unverhältnismäßig breiten Täler der unbedeutenden istrischen Flüßchen greifen 5 bis 7 *km* weit in das Land ein. Nächst Triest die Bucht von Muggia, gegen Südwest folgend die Bucht von Capodistria und schließlich, jenseits der schlanken Halbinsel von Pirano, an der Grenze des Flysch- und Kalkgebietes, die Bai von Pirano. Die Vorgebirge der aus Sandstein aufgebauten Halbinseln sind vom Meere untergraben und stürzen in Kliffen gegen das Meer ab, doch zeigt das Relief des Meeresbodens besonders vor Spitze S. Andrea und Sp. Ronco eine beträchtliche submarine Fortsetzung (zirka 4 *km*) an.

Die Tiefenverhältnisse des Golfes sind überhaupt sehr interessant. Ganz allmählich senkt sich der Boden von der durch Untiefen und Sandbänke gekennzeichneten Schwemmlandsküste gegen Südost. In 3 bis 6 *km* Entfernung von der Küste wird die 10 *m*-Isobathe, in 9 bis 11 *km*, ungefähr in der Mitte des Golfes, wird bei 23 *m* Tiefe der fast ebene zirka 130 km^2 umfassende Golfboden erreicht. Daß die 23 *m*-Isobathe die äußere Grenze der rezenten Ablagerungen des Isonzo bezeichnet, zeigt sich nicht nur in diesem Böschungsknicke, sondern auch in den damit verbundenen Wechsel in der Bodenbedeckung. Nordwestlich dieser Linie findet sich weißer Sand zwischen grauem Schlamm eingebettet, wobei der Sand um so mehr in den Vordergrund tritt, je mehr man sich der Küste, besonders der Isonzomündung, nähert; südöstlich dieser Linie tritt aber stets nur feiner, grauer Schlamm auf. In der Richtung gegen den Golf von Monfalcone reicht der Schlamm allerdings bis an die Küste, da für dieses Gebiet infolge der Strömungsverhältnisse nur der Absatz aus dem Meere selbst und aus dem Timavo in Betracht kommt. Rascher ist der Abfall an der Triester Karstküste, und zwar treten gegen Südost immer mehr Isobathen an das Ufer heran. Schon bei Sistiana liegt die 10 *m*-Isobathe hart an der Küste, bei Miramare folgt ihr die 15 *m*-Linie und im Hafen von Triest ist auch die 20 *m*-Isobathe nur mehr 500 *m* vom Ufer entfernt. Nirgends im ganzen Golfe vereinigen sich sonst die beiden für einen großen Hafen wichtigen Faktoren: große Tiefen bis unmittelbar unter der Küste und Platz für die Erbauung der Stadt, im gleichen Maße wie hier und sie gaben den Ausschlag trotz des Mangels an Schutz gegen Wellen und Wind. An der istrischen Küste schiebt sich die 20 *m*-Isobathe nur unbedeutend in die großen Buchten vor und tritt nur entlang der Kliffe nahe an die Küste heran. Vor dem Kliff der Halbinsel Pirano erreichen wir mit 37 *m*, vor Salvore mit 36 *m* die tiefsten Punkte des Golfes. Sie gehören wie die 40 *m* tiefe Stelle in der Sehne des Golfes, 3 *km* nordwestlich von Salvore, schmalen, zirka 15 *m* unter ihre Umgebung eingesenkten, meist senkrecht oder schräge zum Schichtstreichen verlaufenden Rinnen an, die eine nähere Untersuchung voraussichtlich als Karstformen erkennen wird. Darauf scheint auch die komplizierte Gestaltung des Bodenreliefs im Südwestteile des Golfes zu deuten. Hier möge nur noch die interessante Tatsache erwähnt werden, daß alle Buchten an ihrer Mündung nahezu ebene Bodenflächen aufweisen,[1] deren Breitseiten gegen das Meer gerichtet sind. Sie erinnern durch ihre Form und Ebenheit an die heutigen Salinenflächen im Hintergrunde der Bai von Capodistria und namentlich der Bai von Pirano, so daß vielleicht der Schluß gewagt werden darf, daß sie unter ähnlichen Umständen wie diese bei entsprechend höherer Lage des Landes entstanden sein mögen.

Die Größe des durch die Verbindungslinie des Leuchtturms von Salvore und der Leuchtboje an der Ausfahrt von Grado gegen die offene See abgegrenzten Golfes wurde von mir auf Grund der Spezialkarte,

---

[1] Golf von Monfalcone zwischen der 10- und 11 *m*-Isobathe; Bai von Muggia zwischen der 18- und 19 *m*-Isobathe; Bai von Capodistria zwischen der 19- und 20 *m*-Isobathe; Bai von Pirano zwischen der 15- und 16 *m*-Isobathe mehr im Innern und zwischen der 20- und 21 *m*-Isobathe vor der Mündung.

Blatt I, der k. u. k. Kriegsmarine (Ausgabe 1903) und mit Hilfe der Feldermethode zu 582 km^2 bestimmt. In dieser Zahl ist aber die Lagune von Grado, die nach der österreichischen Spezialkarte, Z. 23, Kol. IX (Ausgabe 1901) und den bei den Fahrten gewonnenen Erfahrungen abgegrenzt wurde, nicht eingeschlossen.[1] Ihre Fläche kann innerhalb der oben genannten Linien auf 47 km^2 angegeben werden. Die Fläche des Golfes von Monfalcone innerhalb der Linie: Spitze des Isonzodeltas (Punta Sdobba) — Schloß Duino beträgt 27 km^2, die Bai von Muggia umfaßt innerhalb Punta Sottile und Pta S. Andrea 15·5 km^2, die Bai von Capodistria (Pta. Grossa—Pta. Ronco) 36 km^2, die Bai von Pirano (Pta. Madonna-Pta. Ronco) 19·5 km^2, so daß also auf diese vier großen Buchten 16·8% der Wasserfläche entfallen und der 23 *m* tiefe, ebene Golfboden mit 130 km^2 zirka 26·9% des Rumpfes ohne Glieder ausmacht.

2. Arbeitstermine und Beobachtungsstationen.

Über den Verlauf der Untersuchungsfahrten berichtet Professor K. Cori fortlaufend in den Jahresberichten des Adriavereines, so daß ich mich hier auf das zum Verständnis des Folgenden Nötige beschränken kann. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über sämtliche mir zur Verfügung stehende Stationen.

Tabelle 1. **Übersicht der Arbeitstermine und Beobachtungsstationen.**

Art der Station	Jahr 1904			Jahr 1905					Jahr 1906			Jahr 1908	
	5. bis 30./VII.	5. bis 10./XI.	[1] 19. u. 30./XII.	13. bis 20./II.	1. bis 6./V.	[2] 25./VI.	4./VII. bis 4./VIII.	2. bis 8./X.	2. bis 6./I.	12. bis 20./III.	[3] 1. bis 4./VII.	5. bis 9./II.	14. bis 19./III.
Zahl der Hydrographisch-biologischen Stationen	53	24	8	28	25	—	52	21	22	23	10	3	3
Davon vielstündige Stationen	—	—	—	—	—	—	6	1	1	2	—	2	3
Zahl der hydrographischen Stationen	84	9	—	4	32	8	36	15	14	18	40	2	—

1 Die hydrographischen Beobachtungen dieser Tage verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. K. Cori.
2 Diese Beobachtungen wurden mir von Prof. A. Penck überlassen.
3 Die zahlreichen Werte dieser Stationen wurden mir in entgegenkommender Weise vom Herrn Dr. Götzinger übermittelt, dem ich dafür meinen verbindlichsten Dank sage.

An den in der ersten Horizontalreihe angeführten hydrographisch-biologischen Stationen wurde in der Regel in größerem Umfange gearbeitet. Sie werden weiterhin mit den Buchstaben »St.« und der fortlaufenden Nummer bezeichnet. Die hydrographischen Stationen bestanden sehr häufig nur in Oberflächenbeobachtungen während der Fahrt und tragen neben fortlaufenden Nummern die Bezeichnung »H.«. Von ihnen soll nur eine Auswahl publiziert werden. Die Numerierung läuft nicht durch die ganze Untersuchungsperiode fort, sondern bei jeder Terminfahrt wurde wieder mit Eins begonnen, doch decken sich leider die gleichen Nummern nicht. Um daher das Aufsuchen auf der Karte zu erleichtern, wird in der Publikation des Beobachtungsmaterials bei jeder Station die geographische Länge und Breite und durch ein Schlagwort auch ihre ungefähre Position angegeben. Die Lagunenstationen tragen außerdem den Index »l«, die vielstündigen Beobachtungen die römischen Nummern I bis XV, unter welcher Bezeichnung sie stets zitiert sind.

Ein Blick auf die Tabelle zeigt, daß die Terminfahrten sich nicht gleichmäßig über die Untersuchungsperiode verteilen, wodurch die Bearbeitung sehr erschwert wurde. Es lag leider nicht im

1 Ebensowenig die schlauchartige Lagunenfläche zwischen Kanal Primero und Kanal Averto und die Salzgärten von Capodistria und Pirano.

Wirkungskreise des Verfassers, einen günstigeren Modus zu erzielen. Betrachtet man anderseits auf der beigegebenen Karte die Verteilung der Stationen, so fällt ein zweiter Mißstand auf: die ungleichförmige Verteilung im Untersuchungsgebiete. Enge sind sie vor allem in den Lagunen und im nördlichen Küstengebiete und auch sonst an den Küsten geschart. Immer spärlicher werden sie, je mehr man sich von der Küste entfernt, und in der Mitte des Golfes, im Gebiete der 23 *m*-Isobathe, finden sich nur sehr wenige. Dieses unrichtige Verhältnis lag selbstverständlich nicht in den Intentionen des Expeditionsleiters, sondern ergab sich notwendig daraus, daß uns für fast alle Fahrten bloß ein ungedecktes, 9 *m* langes Boot zur Verfügung stand, das nur bei sehr günstigem Wetter ein Verlassen der Küstengebiete gestattete.

3. Instrumente und Untersuchungsmethoden.

Die Untersuchungen des Verfassers bezogen sich auf die meteorologischen Verhältnisse, Temperatur, Dichte (Salzgehalt), Farbe, Durchsichtigkeit und Strömungen des Wassers. Außerdem oblag ihm die Positionsermittlung. Zu letzterem Zwecke genügte, da wir fast nie außer Küstensicht gelangten, ein Pott'scher Spiegelgoniograph von Müller in Triest, der es ermöglichte, innerhalb weniger Minuten den Schiffsort auf der Karte mit vollkommen genügender Genauigkeit zu fixieren. Nur zu Beginn der Arbeiten kamen gelegentlich Schmalkalderbussolen zur Verwendung. — Die Lufttemperatur wurde während der ersten Kampagne mittels eines gewöhnlichen, in Fünftelgrade geteilten Luftthermometers von Kapeller in Wien unmittelbar oberhalb der Wasseroberfläche im Schatten gemessen. Bei der zweiten Terminfahrt trat ein in halbe Grade geteiltes Schleuderthermometer von derselben Firma an seine Stelle, das endlich im Sommer 1905 durch ein Assmann'sches Aspirationsthermometer ersetzt werden konnte. Ich möchte gleich hier anfügen, daß sich bei Benützung dieses Instrumentes etwas andere Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur ergeben als mit Hilfe der beiden anderen, auf deren Angaben unsere bisherigen Ansichten ja fast durchaus basieren. Will man Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur aufstellen, dann müssen beide möglichst nahe und stets im gleichen Abstande von der Grenzfläche gemessen werden, da die vertikale Änderung in beiden Medien, besonders an heiteren, windstillen Tagen, schon bei geringem Abstande von der Grenzfläche bedeutend und in jedem von ihnen sehr verschieden sein kann. Bei der Benützung eines Assmann'schen Instrumentes kommt es dann gelegentlich vor, daß durch den in das Instrument aufgesaugten Luftstrom feine Wassertröpfchen mitgerissen werden, was aber leicht an dem raschen Sinken des Quecksilberfadens zu erkennen ist. — Die Bewölkung wurde in Zehntelteilen des Himmels geschätzt. — Die Windrichtung wurde nach dem Kompaß bestimmt, die Windstärke nach der Beaufortskala geschätzt. Bei der Umwandlung in Meter pro Sekunde nach Knippings Tabelle[1] ergab sich eine gute Übereinstimmung mit den Anemometeraufzeichnungen des Triester Observatoriums.

Zur Bestimmung der Meerestemperatur standen bei Beginn der Arbeiten nur die trägen Hartgummithermometer des Adriavereines zur Verfügung, von deren Benutzung aber sehr bald Abstand genommen werden mußte, da infolge ihrer langsamen Akkomodation (1 Stunde) einerseits ein allzu langer Aufenthalt an den Stationen benötigt wurde, anderseits es nicht möglich war, Temperaturwerte, die bestimmten Zeitmomenten genau entsprochen hätten, zu erhalten. Und das war in vielen Fällen sehr erwünscht, für die vielstündigen Beobachtungen aber unbedingt erforderlich. So wurden starke Champagnerflaschen in ähnlicher Art wie die Maier'schen Schöpfflaschen adaptiert, unterhalb der Bodenfläche mit einer durch Kork isolierten Bleiplatte als Beschwerung versehen und auf die tadellose Qualität des Pfropfes, der häufig ausgewechselt wurde, besondere Sorgfalt verwendet. Das mit ihnen aus der Tiefe beförderte Wasser diente zur Temperaturbestimmung und zur Aräometrierung. Ich höre bereits den Einwurf, daß diese einfache Methode nicht den modernen Anforderungen entspreche und sehr verläßliche Werte nicht liefern könne, glaube aber behaupten zu dürfen, daß die Verhältnisse in meinem Unter-

[1] Perthes, Seeatlas, 7. Aufl., Gotha 1906, p. 32.

suchungsgebiete so günstig liegen, daß bei umsichtiger Handhabung auch mit diesem einfachen Apparate sehr gute Resultate erzielt werden können. Denn erstens erreichen die größten Tiefen noch nicht 40 *m*, so daß die Flasche in höchstens 30 Sekunden an Bord gekurbelt war, in welcher Zeit eine merkliche Änderung in der Temperatur des geschöpften Wassers nicht eintreten konnte. Zweitens betrug die Differenz zwischen Oberflächen- und Grundtemperatur selbst im ungünstigsten Falle noch nicht 7°, in der Regel aber viel weniger, so daß der Wärmeaustausch mit der Umgebung sich nur langsam vollziehen konnte. An Bord wurde aber die Flasche sofort mit einem trockenen Tuch umwickelt und die Temperatur augenblicklich mit einem sehr empfindlichen, schon vor der Messung möglichst nahe an die zu erwartende Temperatur gebrachten Thermometer in der Flasche gemessen. Auch wurden die Flaschen stets mindestens 5 Minuten, bevor sie geöffnet werden sollten, in die gewünschte Tiefe gebracht, um sich der Temperatur des umgebenden Wassers anzupassen. — Die verwendeten Thermometer waren in Fünftelgrade geteilt und mit dem Gasthermometer verglichen; die Korrektionen sind an den publizierten Zahlen angebracht, die Ablesungen geschahen in Hundertstelgraden, doch wird in der Publikation in der Regel auf Zehntelgrade abgekürzt und die Hundertstelgrade sind nur bei der Mehrzahl der vielstündigen Beobachtungen beibehalten. Ich möchte hier gleich anfügen, daß die Leinenverzerrung im Laufe jeder Terminfahrt wiederholt bestimmt und bei den Messungen berücksichtigt wurde.

Mehr zu bedauern als der Mangel an Umkehrthermometern, die von Richter in Berlin wiederholt urgiert worden waren, ist der Umstand, daß die Dichte- und Salzgehaltsbestimmung auf Aräometrierung basiert werden mußten. Die Aräometer (Stengelaräometer) wurden von Steger in Kiel bezogen. Die Ablesung wurde auf fünf Dezimalen vorgenommen, die Reduktionen geschahen auf Grund der hydrographischen Tabellen von M. Knudsen. Nach dem Vorgange der internationalen Meeresforschung werden nur die Werte der Dichte bei der wirklichen Temperatur des Seewassers und die S.-Werte (Salzgehalt) publiziert, erstere (σ_τ-Werte) unter Weglassung der Einer in Einheiten der dritten Dezimale, letztere in Promille. An den σ_τ-Werten ist jedoch bereits die Korrektion wegen des Wasserdruckes nach der von Thoulet[1] gegebenen Formel: ${}_n\sigma_\tau = \sigma_\tau\,(1 + 0\cdot0000046614).n$, in der n die Tiefe in Metern bedeutet, angebracht. Sie liefert nach meiner Berechnung bei Salzgehalten von 25 bis 40‰ und Wassertiefen bis zirka 300 *m* in der fünften Dezimale noch richtige Werte. In Tabelle 2 sind diese Druckkorrektionen zusammengestellt. Diese Werte, die also die Dichte in situ darstellen, sind zum Unterschied von den σ_τ - Werten mit $\sigma_{\tau n}$ bezeichnet. Die letzte

Tabelle 2. **Druckkorrektionen in Einheiten der 5. Dezimale für Wassersäulen von 1 bis 50 *m* Höhe und 20 bis 40°/₀ Salzgehalt.**

Tiefe in *m*	Korrektion	Tiefe in *m*	Korrektion	Tiefe in *m*	Korrektion	Tiefe in *m*	Korrektion	Tiefe in *m*	Korrektion
1	0·46	11	5·1	21	9·7	31	14·3	41	18·9
2	1·0	12	5·5	22	10·1	32	14·7	42	19·3
3	1·4	13	6·0	23	10·6	33	15·2	43	19·8
4	1·8	14	6·4	24	11·0	34	15·6	44	20·2
5	2·3	15	6·9	25	11·5	35	16·1	45	20·7
6	2·8	16	7·4	26	12·0	36	16·6	46	21·2
7	3·2	17	7·8	27	12·4	37	17·0	47	21·6
8	3·7	18	8·3	28	12·9	38	17·5	48	22·1
9	4·1	19	8·7	29	13·3	39	17·9	49	22·5
10	4·6	20	9·2	30	13·8	40	18·4	50	23·0

Dezimale der Dichte und des Salzgehaltes wird nur bei den vielstündigen Beobachtungen publiziert und sonst zur Abrundung benutzt. Denn die Salzgehaltsverhältnisse variieren innerhalb des Untersuchungsgebietes nach Ort und Zeit so stark, daß eine Mitschleppung der ohnehin sehr problematischen zweiten

[1] Compt. rend. Ac. Sc., Tom. CX, p. 324 (1890).

Dezimale nur die Übersicht erschwert. Auch bei den vielstündigen Beobachtungen wurden, worauf ich besonderen Nachdruck legen möchte, nie Schlüsse auf Differenzen in der letzten Dezimale aufgebaut, diese vielmehr als Rechnungsgröße behandelt und Urteile nur auf Grund sehr bedeutender Salzgehaltsdifferenzen und besonders auf Grund von Mitteln aus zahlreichen Einzelwerten gefällt.

Die Farbe des Meerwassers war nur im ersten Arbeitsjahr Gegenstand der Untersuchung. Die Bestimmung erfolgte unter Abblendung der Lichtreflexe der Umgebung durch ein Sehrohr anfangs mit Hilfe der Forel-Ule'schen Farbenskala, später mittels eines Taschenspektroskops. Zur Bestimmung der Durchsichtigkeit diente eine Secchischeibe von 35 *cm* Durchmesser. Beobachtungen wurden nur bei hellem Tageslichte und nicht zu stark bewegter See angestellt. Leider verfügte ich über kein Instrument zur Bestimmung der Strömungen, vielmehr mußte ich mich auf die Beobachtung treibender Gegenstände und auf die Notierung der Richtungen beschränken, welche die aus den Schöpfflaschen aufsteigenden Luftblasen nahmen. Die Resultate sind daher nicht nur lückenhaft, sondern für die Oberfläche vielfach wegen des Seeganges, für die größeren Tiefen (etwa von 15 *m* abwärts) wegen der mangelhaften Sichtbarkeit der Blasen etwas unsicher und dürfen daher nur mit Vorsicht benutzt werden, obwohl alle zweifelhaften Werte von der Publikation ausgeschlossen oder wenigstens als solche gekennzeichnet wurden.

Es erübrigt nunmehr, den Vorgang bei der Durchführung der Beobachtungen zu schildern. Ich wähle als Beispiel eine 24stündige Beobachtung. Das Schiff ist — in der Regel $6^1/_2{}^h$ a. — am vorbestimmten Beobachtungsorte angelangt. Der Anker fällt, die Position wird bestimmt und sofort in die Karte eingetragen. Alle Instrumente stehen bereit. 7 bis 8 Minuten vor 7^h a. wird das Aßmann'sche Aspirationsthermometer an einem Auslieger derart angebracht, daß sich das Quecksilbergefäß 10 *cm* über der Wasseroberfläche befindet. Die Schöpfflaschen werden 5 Minuten vor der Stunde in die gewünschten Tiefen hinabgelassen. Knapp vor 7^h wird das Luftthermometer, dessen Änderungen ununterbrochen verfolgt wurden, abgelesen und nun in 2 *m* über der Wasseroberfläche angebracht. Es ist 7^h. Sämtliche Flaschen werden geöffnet und die Richtung der aufsteigenden Luftblasen nach dem Kompaß notiert. 5 Minuten nach 7^h wird wieder der Aßmann abgelesen und in die frühere Lage gebracht. Nun werden die Schöpfflaschen so rasch als möglich heraufgekurbelt und in der bereits beschriebenen Art die Temperaturen genommen. Scheint eine Probe zweifelhaft, so wird sie wiederholt. Nun noch einen Blick auf den Aßmann, dann muß Bewölkung, Windrichtung und Stärke geschätzt werden. Spätestens 10 Minuten nach 7^h ist dies alles vollendet. Jetzt beginnt unter Anwendung aller Vorsichtsmaßregeln das Aräometrieren, es dauert meistens bis $^3/_4 8^h$ und in wenigen Minuten beginnt die Arbeit von neuem.

---

1. Hauptteil.

Die vielstündigen Beobachtungen.

Vorbemerkungen.

Das Beobachtungsmaterial ist in den Tabellen I bis XV des Anhanges zusammengestellt. Zur Berechnung der Tagesmittel sei bemerkt, daß in allen Fällen, wo an 25 Stundenterminen beobachtet wurde, wo also auf die erste Beobachtungsstunde zwei um 24 Stunden auseinanderliegende Beobachtungsserien entfallen, diese Werte bei der Mittelbildung nur mit halbem Gewichte genommen wurden. Wurde dagegen eine Stunde früher abgebrochen, so wurden wohl die Werte der ersten Beobachtung mit halbem, diejenigen der letzten aber mit ganzem Gewichte in Rechnung gestellt, um eine möglichst große Annäherung an ein 25stündiges Mittel zu erreichen. Da die aus den Differenzen von Maximum und Minimum hergeleiteten Tagesamplituden der Temperatur- und Salzgehaltsreihen von zufälligen Fehlern dieser Werte stark beeinflußt sein könnten, wurden außerdem regelmäßig die Abweichungen der Einzelwerte vom Tagesmittel gebildet und deren Mittel als »Mittlere Schwankung« allen Vergleichen zugrunde gelegt. Die Änderung der Temperatur- und des Salzgehaltes mit der Tiefe wurden für alle Beobachtungsstunden hergeleitet und daraus in analoger Weise, wie soeben für die Temperatur- und Salzgehaltsreihen angegeben, Tagesmittel und Mittlere Schwankung berechnet. Letzterer Wert belehrt am besten darüber, auf welche Abweichung von einem wahren Tagesmittel man sich bei einer willkürlich herausgegriffenen Beobachtung gefaßt machen muß und ist daher besonders von methodischer Bedeutung. Außerdem lohnt es sich, seine Beziehung zur Größe der mittleren Änderung mit der Tiefe zu untersuchen. — Um endlich einen Überblick über den Temperatur- und Salzgehaltsgang der ganzen Wassersäule des Beobachtungsortes zu gewinnen, wurden die Stundenmittel der Temperatur und des Salzgehaltes, und zwar in der Weise gebildet, daß jedem Werte das Gewicht gegeben wurde, das ihm nach der Höhe der Wassersäule, die er repräsentiert, zukommt. Alle diese Berechnungsmethoden haben zugleich den Zweck, die Wirkung von einzelnen unrichtigen Werten auf die Schlußfolgerungen möglichst abzuschwächen. Allerdings kann selbst auf diese Art bei den Salzgehaltwerten nicht immer die gewünschte Sicherheit erreicht werden, erstens wegen der Ungenauigkeit der Methode selbst, zweitens weil den Mitteln in der Regel nur halb so viel Werte wie bei den Temperaturen zugrunde liegen, da das zeitraubende Aräometrieren meist nur jede zweite Stunde ausgeführt wurde. In solchen Fällen wurde daher mehr Gewicht auf die Temperatur- als auf die Salzgehaltswerte gelegt.

In dem folgenden I. Abschnitte werden die vielstündigen Beobachtungen in der Reihenfolge ihres inneren Zusammenhanges einzeln besprochen und in einem II. Abschnitte werden sie zusammenfassend behandelt.

1. Abschnitt.

Analyse der einzelnen Beobachtungsreihen.

1. Station I (Nr. 18 des Juli 1905).

(Vergl. Tabelle I und Tafel I.)

Position: 35° 38′ nördlicher Breite; 13° 22′ 20″ östlicher Länge von Gr. (5 *km* südlich von Grado) Wassertiefe 14 *m*.

Beobachtungszeit: 1905, 11. Juli 6^h p. m. bis 12. Juli 5^h p. m.

Witterungsverhältnisse:[1] Die Verteilung des Luftdruckes ist seit Anfang des Monates sehr gleichförmig; unter schwachen nördlichen Winden nimmt er allmählich gegen Südost ab. — Am Beobachtungstage herrscht bei meist geringer Bewölkung regelmäßiger Wechsel von Land- und Seewind.

Gezeiten:[2] (Triest) Hochwasser: 11./VII. 5^h p. m. (67 *cm*) Niedrigwasser: 11./VII. 12^h n. (144 *cm*).
12./VII. $7^1/_2{}^h$ a. m. (91 *cm*) 12./VII. 12^h p. m. (122 *cm*).
12./VII. 6^h p. m. (69 *cm*).
Zeitreduktion auf den Beobachtungsort: $+0\cdot4^h$.

Ein Blick auf die Tabelle 3 zeigt, daß eine scharfe Schichtung in der Wassermasse vorhanden ist. In 5 *m* Tiefe ist eine deutliche Sprungschichte sowohl der Temperatur als des Salzgehaltes entwickelt denn die Temperaturabnahme erreicht hier pro Meter 1·24°, die Salzgehaltszunahme 1·39‰. Unterhalb lagert das salzreichere adriatische Wasser (37·7 bis 38·0‰),[3] das mit dem östlichen Küstenstrom aus

Tabelle 3. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station I** (Nr. 18, Juli 1905).

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in ‰				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*			
0—1 *m*	0·29	0·29	1·6	—0·1	±0·28	0·19	0·19	0·33	—0·06	0·21
1—3 *m*	0·81	0·41	2·5	0·0	0·58	0·52	0·26	0·70	0·00	0·29
3—5 *m*	2·48	1·24	3·5	1·0	0·57	2·78	1·39	3·25	2·39	0·24
5—10 *m*	2·44	0·49	3·5	1·8	0·37	0·92	0·46	1·36	0·60	0·20
10—14 *m* Gr.	0·32	0·08	1·1	—0·2	0·20	0·20	0·10	0·65	0·00	0·14
0—3 *m*	1·10	0·37	2·7	0·0	0·74	0·71	0·24	1·71	—0·01	0·40
0—5 *m*	3·58	0·72	4·2	2·5	0·41	3·50	0·70	4·18	2·56	0·46
0—10 *m*	6·01	0·60	7·2	5·0	0·54	4·41	0·44	5·16	3·68	0·47

der südlichen Adria vordringt, oberhalb breitet sich das salzärmere Bankwasser (33 bis 34‰) aus, das aus der Mischung des ersteren mit dem Süßwasser der Flüsse und Karstquellen hervorgeht. Die Sprungschichte im Salzgehalte erklärt sich daraus, daß dem Beobachtungstage eine Periode windstiller Witterung vorausging. Infolgedessen wurde nicht nur die weitere Mischung der beiden Wassermassen verhindert, sondern es mußte bei fortdauernder Süßwasserabfuhr der Flüsse eine noch schärfere Schichtung entstehen. Die weitere Folge mußte die Ausbildung einer Sprungschichte in der Temperatur sein. Denn die Dichtezunahme ist nun so groß — sie beträgt zwischen 3 und 5 *m* 2·88 (Einheiten der 3. Dezimale) —, daß Konvektionsströmungen infolge gesteigerter Verdunstung oder Abkühlung sich auf die oberste Schichte beschränken müssen. Eine Betrachtung der Einzelwerte zeigt weiters, daß in unserem Falle nur in der Zeit zwischen 12^h n. und 6^h a., und zwar bis höchstens 3 *m* Tiefe Konvektionsströmungen angenommen werden können; denn nur während dieser Stunden sind infolge der nächtlichen Abkühlung durch

[1] Die Angaben über die Luftdruckverhältnisse sind auf Grund der von der k. k. Zentralanstalt f. Meteorologie und Geodynamik in Wien herausgegebenen Wetterkarten gemacht.

[2] Die Hoch- und Niedrigwasserangaben sind für 1905 dem Rapporto Annuale dello I. R. Osservatorio Marittimo die Trieste, vol. XXII, Triest 1909, für die folgende Zeit dem Jahrbuch des Hydrographischen Amtes der k. u. k. Kriegsmarine in Pola entnommen. Die Angaben beziehen sich auf Triest, resp. Pola und sind nicht ganz genau, da beide Publikationen nur die Stundenwerte, nicht aber die Ausmaße und Zeitmomente der höchsten und tiefsten Wasserstände angeben. Die Reduktion der Zeiten auf den Beobachtungsort ermöglicht die Arbeit von G. Grablovitz, »Le attuali conoscenze sul fenomeno della marea nel Mediterraneo«. Mem., Geogr. No. 9 (1909), Florenz, p. 224—227 u. Taf. II. Die in Klammern beigesetzten Zahlenwerte bezeichnen bei den Triester Werten die Depression des Meeresspiegels unter den Nullpunkt des Instrumentes, bei den Polenser Werten die Erhebung über den Nullpunkt in Zentimetern.

[3] Unter adriatischem Wasser verstehen wir Wasser von einem höheren Salzgehalt als 37‰.

Ausstrahlung und der durch das lebhaftere Einsetzen der trockeneren nördlichen Winde gesteigerten Verdunstung[1] die Dichtedifferenzen in der Oberschichte genügend klein. Damit stimmt auch die Tatsache überein, daß die nächtliche Abkühlung sich hier ziemlich gleichzeitig vollzieht (eben infolge der Konvektion), und die Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und 3 *m* stundenlang 0·2° nicht überschreitet, während bei der vormittägigen Erwärmung, bei der die Konvektion ausgeschaltet ist und die Einstrahlung die Hauptrolle spielt, ein deutliches Zurückbleiben in 1 und 3 *m* Tiefe hinter der Oberfläche bemerkbar ist[2] und die Temperaturdifferenz auf 2·7° steigt (4^h p.). Da nun die Einstrahlung, wie schon diese Angabe zeigt und bei Station XIV ausführlicher dargetan wird, nur in ganz geringe Tiefe reicht, die Konvektion wegen der großen Dichtedifferenzen selbst nachts auf die oberste Wasserschichte beschränkt ist, Wellenmischung in unserem Falle nicht in Betracht kommt, so muß die scharfe Sprungschichte entstehen.

Kommt für den täglichen Wärmegang fast nur die Strahlung in Betracht, so ist anderseits zu erwarten, daß die Amplitude, abgesehen von der Oberfläche, relativ klein ist und rasch mit der Tiefe abnimmt. Aber gerade das Gegenteil trifft zu. Sie beträgt an der Oberfläche 2·3°, in 10 *m* noch 1·4° und selbst in 14 *m* noch 0·8°. Ein ganz analoges Verhalten zeigen auch die mehr Sicherheit bietenden Werte der mittleren Schwankung. Damit fällt ein merkwürdiges Verhalten der Salzgehaltswerte zusammen. Nicht nur, daß auch bei ihnen eine beträchtliche Amplitude zu bemerken ist — man könnte sie auf Rechnung von Beobachtungsfehlern setzen — sondern es zeigt sich gleichzeitig eine sehr geringe Veränderlichkeit der Salzgehaltszunahme mit der Tiefe, wie es sich besonders in den Werten für die »Mittlere Schwankung« der Zunahme spiegelt (Tabelle 3, letzte Kolonne). Das bedeutet, daß sich die Salzgehaltsänderungen in allen Schichten gleichzeitig und in gleichem Ausmaße vollziehen. Es war demnach angängig, Mittelwerte für die ganze Wassersäule zu bilden und dadurch eine sichere Basis für weitere Schlußfolgerungen zu gewinnen. Diese Mittelwerte wurden auf Grund der Kombination $\left[\left(\frac{a+b}{2}+c\right):2+d+e+f\right]:3\cdot5$ berechnet, in der $a, b, c\ldots$ die Beobachtungswerte für die Oberfläche, 1 *m* 3 *m*.. repräsentieren, so daß alle Werte mit dem ihnen gebührenden Gewicht in Rechnung treten. Die in dieser Kombination zwecks Vereinfachung der Rechnung enthaltenen Abrundungen sind gering; den Oberflächenwerten wird dabei dasselbe Gewicht wie den ohnehin meist parallel laufenden 1 *m*-Werten gegeben, wodurch die Sicherheit des Resultates noch gewinnt. Bildet man nun aus den auf solche Art erhaltenen Stundenmitteln die Tagesmittel von Temperatur und Salzgehalt und trägt man dann die Abweichung der Stunden- vom Tagesmittel entlang einer gemeinsamen Mittellinie, die also das Tagesmittel der Temperatur und des Salzgehaltes repräsentiert, auf, so ergibt sich das in Tabelle 4 und Tafel I dargestellte interessante Bild. Der Salzgehalt ist hoch, wenn die Temperatur niedrig ist, und umgekehrt. Eine Ausmessung des Diagrammes ergibt, daß die Temperatur von $9^h\ 25^m$ p. m. bis $9^h\ 29^m$ a. m. unter dem Mittel und der Salzgehalt von $10^h\ 3^m$ p. bis $10^h\ 32^m$ a., also nahezu gleichzeitig ober dem Mittel weilt. Die Zahlenwerte der Tabelle 4 ergeben für die Temperatur eine Abweichung von — 0·32°, für die Salzgehalte eine solche von + 0·08‰ vom Mittel.

Dieser gegensätzliche Gang von Temperatur und Salzgehalt erklärt sich nun ebenso wie die oben erwähnten bis zum Grund bedeutenden Temperaturamplituden und die geringen Schwankungen der vertikalen Salzgehaltszunahme aus den Windverhältnissen des Beobachtungstages. Land- und Seewind wechselten in größter Regelmäßigkeit ab. Der Seewind drehte gegen 8^h p. auf Westnordwest und ging allmählich in den aus Nordwest bis Nordost wehenden Landwind über, der nun eine seewärts gerichtete Strömung und in weiterer Folge eine Vertikalzirkulation an der Küste verursachte, die kaltes, salzreiches Tiefenwasser zum Auftrieb brachte. Als nun gegen Morgen der Landwind abflaute und nach einigen Stunden fast völliger Windstille der Seewind einsetzte, da kam diese Zirkulation zum Stillstand und allmählich trat eine entgegengesetzt gerichtete an ihre Stelle. Denn der Seewind treibt das warme, salz-

[1] Der Salzgehalt ist in diesen Stunden an der Oberfläche und in 1 *m* Tiefe annähernd gleich hoch.

[2] Der starke Temperaturanstieg beginnt an der Oberfläche um 9^h a. in 1 *m* und in 3 *m* Tiefe um 11^h a.

Tabelle 4. **Abweichung der Stundenmittel der Temperatur und des Salzgehaltes vom Tagesmittel.**

Stat. I.

6^h p.	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h
Temperatur											
+0·084	+·113	−·023	+·131	−·187	−·267	−·437	−·509	−·345	−·287	−·380	−·494
Salzgehalt											
−0·204		−·267		−·06		+·156		+·084		+·064	

6^h a.	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h
Temperatur											
−·401	−·237	−·141	−·116	+·127	+·449	+·434	+·499	+4·70	+·549	+·434	+·549
Salzgehalt											
+·066		+·010		+·120		−·026		−·109		+·006	

ärmere Oberflächenwasser gegen die Küste und infolge dieses Windstaues wird hier Wasser in die Tiefe gepreßt. Diese Beobachtungsserie läßt also erkennen, daß Land- und Seewind im kleinen dieselbe Funktion haben wie Tage und Wochen hindurch wehende auf- und ablandige Winde im großen. Durch ihr Auftreten wird nicht nur eine tägliche Periode des Salzgehaltes erzeugt, sondern auch die (entgegengesetzt gerichtete) tägliche Periode der Temperatur in Küstennähe verstärkt, denn bei Nacht wird kaltes Wasser zum Auftrieb gebracht, bei Tag warmes Oberflächenwasser aufgestaut. Daraus ergibt sich weiter, daß die tägliche Temperaturschwankung an Tagen mit regelmäßig und kräftig ausgebildeten Land- und Seebrisen von der Küste gegen die offene See hin abnehmen muß, da dort die Winde im entgegengesetzten Sinne wirken: bei Nacht wird warmes (salzärmeres) Oberflächenwasser hinausgetrieben, bei Tag kühles (salzreicheres) Tiefenwasser durch Zerrungen zum Auftrieb gebracht. — Es wäre interessant, diese Folgerung durch gleichzeitige Beobachtungen an Punkten verschiedenen Küstenabstandes zu überprüfen. Nach den Untersuchungen von M. Kaiser wäre die Breite des von den Land- und Seewinden überwehten Wassergürtels nicht sehr bedeutend,[1] aber die Abhandlung J. Hann's[2] »Zur Meteorologie der Adria« macht wahrscheinlich, daß ihr Wirkungsbereich viel größer ist. Es ist endlich selbstverständlich, daß sich die Wirkung der Land- und Seewinde umso mehr fühlbar machen wird, je besser sie entwickelt sind, je schärfer die Temperatur- und Salzgehaltsschichtung ausgesprochen ist und je schwächer die übrigen Bewegungsvorgänge im Wasser (Seegang, Strömungen, Gezeiten) ausgebildet sind. Der Schauplatz ihrer Wirkung daher vorzüglich die Mitttelmeere und viele Randmeere im Sommerhalbjahre sein.

Es ist jedoch die Größe der Temperaturamplituden zum Teil noch durch andere Umstände mitverschuldet, worauf schon die Zunahme der Tagesamplitude (von 1·7° in 3 *m* auf 1·9° in 5 *m*) und der mittleren Schwankung (0·32°, respektive 0·51°) in 5 *m* Tiefe weist. Es zeigt sich hier ein schon zwischen 1^h und 2^h nachts einsetzender, bis gegen Schluß der Beobachtung andauernder kräftiger Temperaturanstieg, der auch in den übrigen Schichten, wenngleich viel schwächer ausgebildet und später beginnend, nicht völlig fehlt, während eine entsprechende Änderung des Salzgehaltes gegenüber der eben geschilderten

[1] Ann. Hydr., Bd. XXXV (1907), p. 162 (Ursprung des Seewindes 4 bis 5 Seemeilen von der Küste. Der Landwind weht bis 8 Seemeilen seewärts).

[2] Sitzb. kais. Akad. Wiss., Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CXVII (1908), p. 9.

Wirkung von Land- und Seewind kaum wahrnehmbar ist. Immerhin ist aber zu bemerken, daß am Ende der Beobachtung sowohl Temperatur ($+0\cdot46_5$) als Salzgehalt ($+0\cdot21^0/_{00}$) der Wassersäule beträchtlich höher als zu Beginn sind. Ob aber diese Erscheinung in ähnlicher Weise, wie wir es für die Lagunen zu zeigen in der Lage sein werden, mit den Gezeiten[1] zusammenhängt oder ob ein verstärktes Vordringen des adriatischen Wassers vorliegt, kann in diesem Falle kaum entschieden werden.

Dagegen dürften die eigentümlichen aufwärts gerichteten, durchschnittlich um $6^1/_2{}^h$ von einander abstehenden Zacken der Temperaturkurve für 5 und 10 *m*, deren Äquivalente im Salzgehalt infolge des zweistündigen Messungsabstandes nicht zum Ausdruck kommen, sehr wahrscheinlich auf Wellenbewegungen an der Grenzfläche des Bank- und adriatischen Wassers zurückzuführen sein. Doch wir wollen diese Erscheinungen bei jenen Beobachtungen näher diskutieren, wo sie scharf und einwandfrei zum Ausdrucke gelangen, und hier nur die sich unwillkürlich aufdrängende Bemerkung anfügen, daß es bei der Fülle der miteinander kombinierten Vorgänge vollkommen verständlich ist, wenn eine einzige willkürlich herausgegriffene Beobachtungsserie mitunter zu recht falschen Vorstellungen von den tatsächlichen Temperatur- und Salzgehaltsverhältnissen einer Örtlichkeit und weiterhin zu gefährlichen Trugschlüssen führen kann. So hätte man zum Beispiel je nach der Beobachtungszeit für das Intervall 3 bis 5 *m* eine Temperaturabnahme von $3\cdot5°$ oder bloß $1\cdot0°$ statt richtig $2\cdot5°$ und eine Salzgehaltszunahme von $3\cdot25^0/_{00}$, respektive $2\cdot39^0/_{00}$ statt $2\cdot78^0/_{00}$ erhalten. Wir werden auf diesen Punkt noch öfters zurückkommen. — Wenden wir uns schließlich noch der Beziehung zwischen Luft- und Wassertemperatur zu, so ergibt sich das wichtige Resultat, daß an unserem heiteren (Bewölkung $3\cdot1$) und ruhigem Tage (Windstärke $1\cdot2$), der gerade in der Zeit der intensivsten Erwärmung (8^h a. bis 3^h p.) fast wolkenlosen Himmel und völlige Windstille aufweist, die Lufttemperatur im Mittel nicht über die Temperatur der Wasseroberfläche steigt. Während also bisher allenthalben angenommen wurde, daß im Sommer die Lufttemperatur höher als die Wassertemperatur sei, können wir hier in einem Falle, der die Erscheinung typisch zeigen müßte, nachweisen, daß dies nicht so ist. Ja, in allen folgenden Beobachtungen werden wir sogar das Gegenteil vorführen. Die Erklärung für meine abweichenden Ergebnisse werden im 2. Abschnitte gegeben werden.

2. Station IV (Nr. 42 des Juli 1905).

(Vergl. Tabelle IV.)

Position: 45° 31′ 40″ nördlicher Breite; 13° 33′ 48″ östlicher Länge v. Gr. (450 *m* westlich des Hafens von Pirano) Wassertiefe 18 *m*.

Beobachtungszeit: 1905, 25. Juli 7^h a. m. bis 26. Juli 7^h a. m.

Witterungsverhältnisse: Der Luftdruck nimmt von Mittel gegen Südeuropa allmählich ab; die Abnahme entlang der Adria am 26./VII. beträgt 4 bis 5 *mm*. Es herrschen daher etwas kräftigere nördliche Winde, die am Beobachtungstage, beeinflußt vom Luftaustausche zwischen Meer und Land, tagsüber in Nordwestrichtung, nachts in Ostrichtung abgelenkt werden. Bewölkung ist sehr gering.

Gezeiten: (Triest) Hochwasser: 25./VII. $2^1/_2{}^h$ p. (76 *cm*) Niedrigwasser: 25./VII. 5^h a. (116 *cm*).
25./VII. 7^h p. (96 *cm*) 26./VII. $1^1/_2$ a. (127 *cm*).

Zeitreduktion auf den Beobachtungsort: — 15 Minuten.

(Nach einer vergleichenden Berechnung der Hafenzeiten von Triest und Pirano auf Grund der Mareographenaufzeichnungen von Triest und der gleichzeitigen Beobachtung v. Sterneck's in Pirano [9. bis 15./IV. 1907]).

Wir werden bei dieser Station kürzer verweilen, da sie offenbar stark gestörte und kaum vollkommen befriedigend erklärbare Verhältnisse bietet. Es mag dies damit zusammenhängen, daß mit Ausnahme

[1] Es könnte damit auch der scharfe Anstieg an der Oberfläche zwischen 9 und 11^h a. und der Temperaturknick in dieser Zeit erklärt werden.

weniger Stunden im Gegensatze zu den normalen Zuständen eine sehr lebhafte, gegen Salvore, also golfauswärts gerichtete Strömung herrschte, die wohl darauf zurückzuführen sein dürfte, daß der Luftdruck, wie untenstehende Zahlen zeigen, vom 25. auf den 26. Juli in der nördlichen Adria stark stieg und überhaupt höher als in der südlichen Adria war und daß ferner in Zusammenhang damit in der nördlichen

Luftdruck 7^h a. im Meeresniveau		
Stationen	25./VII.	26./VII.
Triest	759·0	762·5
Pola	58·3	61·8
Zara	58·8	59·6
Punta d'Ostro	56·3	57·6

Adria ziemlich lebhafte nordöstliche Winde wehten, die zum Beispiel in Triest am 25./VII. nur von 1^h bis 3^h p., am 26./VII. überhaupt nicht durch westliche Winde (Seewind) abgelöst wurden, so daß durch beide Umstände das Wasser aus dem Golf hinausgedrängt wurde. In Übereinstimmung damit steht die Abnahme der Tagesmittel des Wasserstandes in Triest vom 25. auf den 26. Juli um 2·7 *cm* und das Sinken des Salzgehaltes (— 0·21 $^0/_{00}$) der ganzen Wassersäule vom Beginn bis zum Schlusse der Beobachtung. Auffallend ist dagegen die starke Temperaturzunahme, wenn auch in erster Linie Wasser der

Tabelle 5. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station IV** (Nr. 42, Juli 1905).

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in $^0/_{00}$				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*			
0—2 *m*	0·56	0·28	1·4	—0·1	0·41	—	—	—	—	—
2—5 *m*	0·65	0·22	1·5	0·1	0·27	—	—	—	—	—
5—10 *m*	0·99	0·20	1·4	0·3	0·24	0·33	0·07	0·53	0·20	0·08
10—18 *m* Gr.	1·22	0·15	4·4	0·3	0·74	0·26	0·03	0·42	—0·04?	0·13
0— 5 *m*	1·22	0·24	2·1	0·2	0·57	0·83	0·17	1·53	0·11	0·32
0—10 *m*	2·20	0·22	3·1	0·6	0·69	1·16	0·12	1·81	0·42	0·36

warmen Oberschichte zum Abfluß kommt. Interessant ist besonders der rasche Anstieg der Temperatur und bedeutende Abfall des Salzgehaltes ab 10^h p. (vergl. Tabelle 6), in welcher Zeit der allgemeine und der lokale Gradient (Landwind) in derselben Richtung wirken und bei lebhaftem Winde eine sehr kräftige golfauswärts gerichtete Strömung erzeugen, die in dieser Zeit bedeutend tiefer zu greifen scheint, wie die Scharung der Temperaturkurven andeutet,[1] wenn auch der außerordentlich ausgeprägte Gang des Salzgehaltes an der Oberfläche beweist, daß hier die Strömung weitaus am kräftigsten entwickelt ist. Wollte man aber annehmen, daß in der Tiefe eine Rückströmung erfolgt, so wäre die Abnahme des Salzgehaltes in allen Schichten ganz unerklärlich. Dagegen könnte die ganze Erscheinung vielleicht mit einer beginnenden Seiche erklärt werden, worüber wir später ausführlicher sprechen wollen. — In den Nachmittagsstunden ist bei nordwestlichen Winden die Temperatur relativ niedrig, der Salzgehalt aber hoch. Abgesehen von der Oberflächenschichte, wo bei völlig klarem Himmel Ein- und Ausstrahlung den Ausschlag geben ist infolgedessen in allen Tiefen die Temperatur nachts höher als bei Tag. Man könnte einwenden, daß

[1] Die Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und 10 *m* beträgt zu Beginn der Beobachtung 3·1°, am Schlusse der Beobachtung bloß 1·6°. Natürlich spielt auch Mischung durch den Seegang mit.

hier den Winden die entgegengesetzte Rolle wie bei Station I zugemutet werde, denn der Nordwest als Seewind sollte warmes salzarmes Wasser bringen, vom Ostwind müßte man eher das Gegenteil erwarten, wenn auch der eigentliche Landwind an dieser Küste aus Süd bis Südost komme. Der Widerspruch löst sich aber bei folgender Überlegung. Die vertikale Temperatur- und Salzgehaltsdifferenz ist an unserem Beobachtungstage viel geringer als bei Station I, da seit einiger Zeit lebhafte Winde wehen, die eine bedeutende Ausgleichung bewirkt haben. So beträgt der Temperaturunterschied (vergl. Tabelle 3 und 5) zwischen Oberfläche und 10 *m* hier nur 2·2° gegenüber 6·0° dort und ebenso der Salzgehaltsunterschied nur 1·16‰ gegenüber 4·41‰ und, während dort in der geringen Tiefe von 5 *m* eine außerordentlich scharfe Sprungschicht ausgebildet war, fehlt eine solche hier vollständig und Temperatur und Salzgehalt nehmen, wie Kolonne 3 und 8 der Tabelle 5 zeigen, außerordentlich gleichmäßig ab. Es können demnach

Tabelle 6. **Abweichung der Stundenmittel der Temperatur und des Salzgehaltes vom Tagesmittel. Stat. IV.** [1]

7h a.	8h	9h	10h	11h	12h	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	—
						Temperatur						
—·343	—·085	+·009	—·268	—·154	—·002	+·041	±·00	—·149	—·004	—·038	—·097	
						Salzgehalt						
—·011		—·015		+·005		+·005		+·152		+·121		

7h p.	8h	9h	10h	11h	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
						Temperatur						
—·196	—·043	—·249	+·148	+·063	+·051	+·171	+·237	+·398	+·226	+·282	—·070	+·054
						Salzgehalt						
+·086		+·097		+·004		—·078		—·174		—·144		—·223

[1] Die Temperaturmittel sind auf Grund der Formel $\left(a+\frac{5b}{2}+4c+\frac{13d}{2}+4e\right):18$, die Salzgehaltsmittel auf Grund der Formel $\left(2a+\frac{11b}{2}+\frac{13c}{2}+4d\right):18$ gebildet, wobei *a*, *b*.... die Temperatur-, resp. Salzgehaltswerte für die einzelnen Tiefen, beginnend von der Oberfläche, darstellen. In der Salzgehaltskombination ist den Oberflächenwerten ein etwas kleineres Gewicht als ihnen, arithm. zukommt ($2a$ statt $2^1/_2 a$), zugeteilt, da die Oberflächenschichte nicht so tief gereicht haben dürfte.

Land- und Seewind überhaupt nur eine ganz schwache Wirkung haben, ganz abgesehen davon, daß der Ostwind mit unserer Küste nur einen sehr spitzen Winkel bildet, und da müssen bei den gegebenen Luftdruck- und Windverhältnissen die bedeutenden horizontalen Unterschiede der Temperatur und des Salzgehaltes, wie sie zwischen dem Innern des Golfes und der offenen See bestehen, gegenüber der Wirkung der geringeren vertikalen Differenzen den Ausschlag geben. [1]

Wenden wir uns dem Temperatur- und Salzgehaltsgang in den einzelnen Tiefen zu, so nehmen wir auch hier beträchtliche Differenzen gegenüber der Station I wahr. In der Oberschichte ist entsprechend der lebhafteren Luftbewegung und dem beträchtlichen Seegang die Temperaturamplitude bedeutend kleiner,

[1] Eine Skizze des Verfassers über die Temperatur- und Salzgehaltsverhältnisse des Golfes findet sich im 2. Jahresb. d. Ver. z. Förderung d. naturw. Erforschung d. Adria, Wien 1904.

an der Oberfläche nur 1·6°. Eine rasche Änderung zeigt sich nur zwischen 7 bis 9^h bei schwachen Winden und geringer wechselnder Strömung. Anderseits ist in 10 *m* Tiefe und am Grund die Amplitude 1·7°, respektive 3·2°) und auch die mittlere Schwankung (0·29°, respektive 0·61°) viel größer als dort. Dies erklärt sich aus dem Auftreten von Oszillationen, die besonders in 10 *m* Tiefe mit einer Schwingungsdauer von zirka $3^1/_2$ Stunden deutlich entwickelt und durch den entgegengesetzten Gang von Temperatur und Salzgehalt leicht kenntlich sind. Denn wenn an der Grenze zweier Wassermassen, von denen die überlagernde höhere Temperatur und geringeren Salzgehalt hat, infolge von Gleichgewichtsstörungen Schwingungen entstehen, so muß im Raume der Schwingungsbäuche bei aufwärts gerichteter Schwingung die Temperatur ab-, der Salzgehalt zunehmen, das Gegenteil aber bei abwärts gerichteter Schwingung eintreten. Selbst im Mittel der ganzen Wassersäule machen sich diese Erscheinungen noch bemerkbar, während sie im Salzgehaltsmittel nicht zu finden sind, da die Salzgehaltsunterschiede nicht nur im allgemeinen, sondern besonders in dieser Tiefe gering sind. Es ist das Erscheinen dieser Oszillationen hier besonders deswegen interessant, weil sie nicht an einer Sprungschichte auftreten. Allerdings ist die Dichtezunahme zwischen 5 und 10 *m* (0·59) noch immer sehr beträchtlich, jedoch ist die Zunahme zwischen Oberfläche und 5 *m* (1·01) viel größer, da der starke Oberflächenstrom Wasser geringen Salzgehaltes (36·43‰ im Mittel) führt.

Was die Ursachen dieser Gleichgewichtsstörungen und mithin der periodischen Änderungen der Temperatur und des Salzgehaltes sind, läßt sich hier nicht entscheiden. Man kann an Vibrationen im Sinne Forel's, also an plurinodale stehende, in unserem Falle submarine, Wellen[1] oder an die fortschreitenden Wellen von Helmholtz denken, Wenn wir im Folgenden auf Grund der Tatsache, daß mit dem Auftreten dieser Erscheinungen in der Regel große Strömungsunterschiede in der Ober- und Unterschichte verbunden sind, zur Annahme Helmholtz'scher Wellen hinneigen, so soll damit nicht ausgeschlossen sein, daß eventuell auch Forel's Vibrationen in Betracht kommen können.

Auch die Temperaturen des Bodenwassers zeigen in der zweiten Hälfte zwei enorme Abfälle der Temperatur (von 10^h bis 11^h p. um 2·6°; von 5^h bis 6^h a. um 2·3°), die ich selbst für Beobachtungsfehler hielt, weshalb ich die Messungen wiederholte. Das Resultat blieb aber dasselbe.[2] Diese beiden Abfälle sind durch ein Zeitintervall von 7 Stunden, also gerade um die doppelte Schwingungsdauer der oben erwähnten Oszillationen getrennt und entgegengesetzt gerichtet. Doch wollen wir aus den immerhin sehr zweifelhaften Werten keine weiteren Konsequenzen ziehen. Diese Fälle und überhaupt ein Studium der Tabelle 5 zeigt, wie man durch eine willkürlich angestellte Beobachtungsreihe zu ganz falschen Vorstellungen von der vertikalen Temperatur und Salzgehaltsverteilung gelangen könnte.

Nun nur noch ein Wort über die Beziehung zwischen Luft- und Wassertemperatur. Obwohl der Beobachtungstag fast wolkenlos und die mittlere Windstärke auch nur 1·7 war, so ist dennoch die Lufttemperatur, wenn auch nur um 0·1° niedriger als die Wassertemperatur. Allerdings bei Tag erhebt sich erstere nicht unbeträchtlich (7^h p. 1·5°) über letztere, aber dafür ist in der Nacht (9^h 35^m p. bis 9^h 35^m a.) das Wasser (im Maximum 7^h a. ebenfalls 1·5°) wärmer als die Luft.

3. Station V (Nr. 53 des Juli/August 1905).

(Vergl. Tabelle V und Tafel II.)

Position: 45° 25′ 52″ nördlicher Breite; 13° 29′ 22″ östlicher Länge v. Gr. (2·4 *km* westlich des Kirchturms von Umago), Wassertiefe 36·5 *m*.

Beobachtungszeit: 1905, 31. Juli 7^h a. m. bis 1. August 7^h a. m.

---

[1] Bloß ein- oder zweiknotige submarine Seiches des Golfes haben, wie wir noch zeigen werden, eine viel längere Periode.

[2] Ein so großer negativer Fehler ist um so unerklärlicher, als die Lufttemperatur höher als die beobachtete Wassertemperatur war. Auffallend ist freilich, daß sich gleichzeitig im Salzgehalt keine Änderung bemerkbar macht.

Witterungsverhältnisse: Der Luftdruck ist in ganz Mittel- und Südeuropa außerordentlich gleichmäßig. Es herrscht bei heiterem Wetter regelmäßiger Wechsel von Land- und Seewind.

Gezeiten: (Triest) Hochwasser: 31./VII, 9^h a. (67 *cm*). Niedrigwasser: 31./VII. 3^h p. (112 *cm*).
31./VII. 9^h p. (44 *cm*). 1./VIII. 4^h a. (166 *cm*).

Reduktion auf den Beobachtungsort: — 25 Minuten.

(Nach den bei Station IV angegebenen Grundlagen und dem Hafenwerte $9^h\ 3^m$ für Parenzo nach v. Sterneck.)

Diese bereits außerhalb des Golfes von Triest, westlich der Istrischen Halbinsel ausgeführte Beobachtung gehört zu den interessantesten, bietet aber der Analyse große Schwierigkeiten. Tabelle 7 gibt eine Übersicht der Schichtungsverhältnisse. Die Temperaturabnahme bis 10 *m* ist nahezu dieselbe wie eine Woche vorher bei Pirano, aber zwischen 15 und 20 *m* Tiefe ist eine deutliche Sprungschichte entwickelt. Unterhalb lagert eine fast homotherme Wassermasse. Während nun bei Station I die Sprungschichte in Temperatur und Salzgehalt zusammenfiel, liegen sie hier in verschiedenen Tiefen. Denn bereits

Tabelle 7. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station V** (Nr. 53, Juli/August 1905).

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in $^0/_{00}$				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*			
0—5 *m*	1·21	0·24	2·25	0·5	0·55	2·48	0·50	3·10	1·49	0·43
5—10 *m*	1·05	0·21	2·0	0·3	0·34	1·49	0·30	2·49	0·94	0·34
10—15 *m*	1·73̄	0·35	3·5	0·6	0·53	—0·10	—0·02	0·13	—0·53	0·15
15—20 *m*	2·44	0·49	3·9	0·45	0·66	0·49	0·10	0·98	0·35	0·13
20—36·5 *m* Gr.	0·41	0·03	0·8	0·05	0·23	0·16	0·01	0·30	—0·01	0·08
0—10 *m*	2·26	0·23	3·1	1·4	0·36	3·97	0·40	4·23	3·62	0·15
10—20 *m*	4·17	0·42				0·39	0·04	0·53	0·25	0·07

von 10 *m* ab ist die Wassersäule nahezu homohalin (adriatisches Wasser) und die Sprungschichte im Salzgehalte liegt oberhalb 5 *m*, und zwar sehr wahrscheinlich wie bei Grado zwischen 3 und 5 *m* und ist wie dort aus der Überlagerung des adriatischen durch das Bankwasser zu erklären. Die Sprungschichte der Temperatur liegt dagegen in jener Tiefe, in der, wie wir im 2. Abschnitte zeigen werden, der tägliche Wärmegang gerade noch eine merkliche Amplitude besitzt. Analog dem vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsgradienten, wenn ich mich so ausdrücken darf, ändert sich in den einzelnen Tiefen auch die Größe der absoluten Amplitude und mittleren Schwankung der Temperatur und des Salzgehaltes. So beträgt die Tagesamplitude der Temperatur an der Oberfläche 1·4°, sinkt bis 5 *m* auf 1·0°, erreicht aber in 15 *m* Tiefe sogar 3·7° und nimmt bis 20 *m* wieder auf 0·9° ab. Der Salzgehalt hat analog seine größte Amplitude bei 5 *m* (1·66$^0/_{00}$) und die unterlagernde, fast homohaline Wassersäule hat nur ganz geringe Schwankungen.[1] Das führt uns im Verein mit den ähnlichen Erscheinungen bei den vorher behandelten Stationen zu der Folgerung, daß die Größe der Temperaturschwankung nicht nur von der Wärmeein- und ausstrahlung und den damit verknüpften Konvektionsvorgängen, sondern auch von der Schärfe der Temperaturschichtung abhängig ist. Je rascher die Temperaturabnahme in einer Schichte, eine umso größere Tagesschwankung wird sie besitzen. Wir sehen also zum Beispiel in 15 *m* Tiefe eine fast viermal so große Amplitude als in 5 *m* auftreten, trotzdem, wie wir bei Besprechung der Station XIV nachweisen werden, hier von einer merklichen Temperaturerhöhung durch Einstrahlung und, wegen der großen Dichte-

[1] Die größere Schwankung in 15 *m* beruht fast ausschließlich auf dem Werte für 9^h a. m., der, wie auch eine Vergleichung der Dichtewerte zeigt, vielleicht infolge eines Ablesungsfehlers, zu niedrig ausgefallen sein dürfte.

differenzen gegen die Oberschichte, auch von einer nächtlichen Abkühlung durch Konvektion nicht mehr gesprochen werden kann. Dagegen liegt hier eine Sprungschichte der Temperatur, und die große Tagesschwankung beruht auf vertikalen Verschiebungen dieser Grenzfläche. Da nun die Temperatur und Salzgehaltsschichtung im Sommerhalbjahr viel schärfer als im Winterhalbjahr ausgebildet ist, so werden wir, ganz abgesehen von den Unterschieden der Wärmestrahlung, die nur für die oberste Wasserlage in Betracht kommt, schon aus diesem Grunde im Sommer viel größere Tagesschwankungen der Temperatur (und des Salzgehaltes) als im Winter erhalten. Ferner zeigt dieses Ergebnis, mit welcher Vorsicht man zu Werke gehen muß, wenn man aus den Differenzen zweier etwa in den Morgen- und Nachmittagsstunden angestellten Beobachtungen einen Schluß auf das Eindringen der Wärmestrahlen und auf die Größe der von dem Wechsel von Tag und Nacht abhängigen Temperaturschwankung ziehen will. Man wird bei ausgesprochener Temperaturschichtung häufig zu hohe Werte und ein zu tiefes Eindringen der Sonnenstrahlen ableiten, wie es ja sehr oft geschehen ist.

Betrachten wir nun den Temperatur- und Salzgehaltsgang in den einzelnen Tiefen, um die Ursache dieser Erscheinung kennen zu lernen (vergl. Tabelle V und Tafel II). — Die Oberfläche zeigt entsprechend der außerordentlich ruhigen und heiteren Witterung einen völlig normalen, von Ein- und Ausstrahlung bestimmten Temperaturgang mit einem Maximum um 4^h p. und ein Minimum um 4^h a. Bereits im 5 *m* Tiefe finden wir ganz andere Verhältnisse. Es treten hier zwei Maxima um 11^h a. und 1^h a. auf und ein ähnlicher Temperaturgang, stets mit einem Minimum um die wärmste Tageszeit, findet sich in allen Tiefen bis zum Grunde, am schärfsten ausgebildet in der Sprungschichte. Der Gang des Salzgehaltes, der am meisten im 5 *m* Tiefe, an der Grenze beider Wassergattungen markiert ist, zeigt, abgesehen von der Oberfläche, in der Regel das entgegengesetzte Verhalten wie die Temperatur in derselben Tiefe. Bildet man die Abweichung der einzelnen Beobachtungen vom Mittelwert der betreffenden Tiefe, so haben die korrespondierenden Abweichungen von Temperatur und Salzgehalt nur in 16 von 60 Fällen gleiches Vorzeichen. Der Salzgehatt an der Oberfläche steht dagegen in keiner direkten Beziehung zum Temperaturgang daselbst — er weist zwei Maximum um 9^h a. und 11^h p. auf — und schon dadurch wird angedeutet, daß für den Gang beider Faktoren an der Oberfläche verschiedene, in der Tiefe dagegen die gleichen Ursachen wirksam sind. Versuchen wir nun diese zu ermitteln.

Wie wir bereits bei Station I gesehen haben, sind Land- und Seewind von Einfluß auf den täglichen Temperatur- und Salzgehaltsgang. Bilden wir nun wieder die Temperatur- und Salzgehaltsmittel der ganzen Wassersäule für die einzelnen Beobachtungsstunden, jedoch für die Temperatur mit Beiseitelassung der vom täglichen Wärmegang beeinflußten Oberfläche[1] (vergl. Tabelle 10) und berechnen wir sodann die mittleren Abweichungen vom Gesamtmittel für die Herrschaft des Seewindes (9^h a. bis 7^h p.) und des Landwindes (9^h p. bis 6^h a.), so erhalten wir folgende Werte.[2]

Seewind:

Temperaturabweichung	Salzgehaltsabweichung
+ 0·098°	— 0·011‰

Landwind:

Temperaturabweichung	Salzgehaltsabweichung
— 0·140°	+ 0·020‰.

Die Temperaturdifferenz beträgt daher 0·25°, die Salzgehaltsdifferenz dagegen bloß 0·03‰. Man sollte aber eher erwarten, daß sich die Wirkung des Windwechsels stärker im Salzgehalt als in der Temperatur bemerkbar mache, da ja die wirkenden Kräfte sich an der Oberfläche befinden und die Sprungschichte des Salzgehaltes derselben viel näher liegt. Auch könnte gegen unsere Berechnungsart

---

[1] Für die Temperatur mit Hilfe der Kombination $(5b+5c+5d+11e+8f):34$ für den Salzgehalt nach der Kombination $\left(\frac{5a}{2}+5b+5c+11e+8f\right):36\cdot5$, wobei a, b, c . . . wieder die Werte für die Oberfläche, 5 *m*, 10*m* . . darstellen.

[2] Es möge bemerkt werden, daß beide Perioden je eine Ebbe und eine Flut umfassen.

ein gewichtiger Einwand gemacht werden. Die schönen Experimente von E. M. Wedderburn[1] und J. W. Sandström[2] haben ergeben, daß bei der Erzeugung einer Triftströmung an der Oberfläche einer Wassermasse, die aus mehreren Schichten verschiedener Dichte besteht, die dem Winde entgegengerichtete Ersatzströmung (Returncurrent von Wedderburn) sich nicht am Boden des Beckens, sondern an der Oberfläche der unterlagernden, dichteren Schichte herausbildet und durch Reibung allmählich in dem obersten Teile dieser Schichte eine gleichgerichtete Strömung hervorruft, die nun ihrerseits Veranlassung zu einer entgegengesetzt als wieder dem Winde gleichgerichteten Ersatzströmung an der Oberfläche der nächstdichteren Schichte gibt, wodurch also ein System abwechselnd in entgegengesetzter Richtung weisender Strömungen entsteht. Wedderburn kann mit allerdings nur drei gelegentlichen Beobachtungen aus dem Loch Garry die Ergebnisse des Experimentes für den Fall zweier Wasserschichten bestätigen,[3] während die zu demselben Zwecke im Loch Ness angestellten Strömungsmessungen keine befriedigenden und über Erwarten komplizierte Resultate ergaben.[4] Sind nun die Temperatur- und Salzgehaltsschwankungen in unserer aus drei Schichtgliedern bestehenden Wassermasse durch ein solches Zirkulationssystem erzeugt, so müssen der Temperatur- und Salzgehaltsgang in den verschiedenen Schichten entgegengesetzt gerichtet sein und der oben erhaltene geringe Unterschied des Salzgehaltes bei Land- und Seewind wäre darauf zurückzuführen, daß wir Mittel aus der ganzen Wassermasse genommen haben. Wir geben nun in Tabelle 8 eine Übersicht für das Verhalten der einzelnen Tiefen in der Zeit, wo See- und Landwind am kräftigsten entwickelt sind (9^h a. bis 2^h p., respek. 11^h p. bis 5^h a.).

Tabelle 8. **Verhalten von Temperatur und Salzgehalt bei Land- und Seewind an Station V.**

		Tiefe					
		0 *m*	5 *m*	10 *m*	15 *m*	20 *m*	36·5 *m* Gr.
Landwind	Temperatur	abnehmend —	abnehmend +	stark abnehmend —	stark abnehmend —	abnehmend —	+
	Salzgehalt	stark abnehmend —	stark zunehmend —	zunehmend —	stark zunehmend +	zunehmend +	+
Seewind	Temperatur	zunehmend +	abnehmend +	abnehmend +	stark abnehmend +	+	abnehmend —
	Salzgehalt	— abnehmend	— stark zunehmend	— zunehmend	—	—	—

wobei ein + bedeutet, daß Temperatur, respektive Salzgehalt höher, ein —, daß sie niedriger als das Tagesmittel sind. Die Richtung der Temperatur- und Salzgehaltsbewegung ist, wenn sie deutlich zum Ausdruck kommt, durch ein Schlagwort bezeichnet. Die Vorzeichen stimmen nun in der Tat bei Landwind nicht befriedigend überein; betrachtet man aber den Gang, so fällt sofort auf, daß in der ganzen Wassersäule bis 20 *m* die Temperatur durchwegs abnimmt, der Salzgehalt mit Ausnahme der Oberfläche zunimmt. Das spricht sehr klar gegen die Annahme eines Strömungssystems à la Wedderburn-Sandström in diesem Falle. Umgekehrt herrscht bei Seewind eine gute Übereinstimmung unter den Abweichungen, während anderseits wieder der Gang der beiden Faktoren, der von 5 *m* ab demjenigen an der Oberfläche

[1] An Experimental Investigation of the Temperature Changes occurring in Fresh-Water Lochs. Proc. R. Soc. Edinb., Vol. XXVIII (1907), Part. I, p. 1—20.

[2] Dynamische Versuche mit Meerwasser. Ann. Hydr., Bd. XXXVI (1908), p. 6—23.

[3] Temperature Observations in Loch Garry. Proc. R. Soc. Edinb., Vol. XXIX (1909), Part II, S. 110.

[4] E. M. Wedderburn und W. Watson: Observations with a Current Meter in Loch Ness. Ebda., Part XXIX (1909) Part.VII, p. 619 — 647.

entgegengerichtet ist, einem solchen System mit zwei Schichtgliedern günstig wäre. Bei solchen Unstimmigkeiten liegt die Folgerung nahe, daß die großen Temperatur- und Salzgehaltsschwankungen unserer Beobachtung überhaupt nicht durch die Winde bestimmt sind, sondern eine andere Ursache haben müssen, die bedeutend stärkere Schwankungen als Land- und Seewind hervorzubringen vermag, deren Wirkung daneben zurücktritt.

Betrachtet man Tafel II, so steigt die Vermutung auf, daß eine von zirka 15 *m* Tiefe ausgehende Wirkung, die nach oben und unten mit einer gewissen Verspätung fortschreitet, die Ursache der großen Temperatur- und der Salzgehaltsoszillationen sei. Da nun in 15 *m* Tiefe die Temperaturmaxima nahezu mit Hochwasser, die Minima mit Niedrigwasser zusammenfallen, so muß man die Frage als berechtigt erachten, ob nicht die Gezeiten die Ursache der Erscheinung sind. Bilden wir nun aus den in Tabelle 10 niedergelegten Werten, wie vorhin für Land- und Seewind, jetzt für die Flut- und Ebbeperioden Mittel, so ergeben sich die Zahlen der Tabelle 9 *a*. — Die Temperaturabweichung erscheint bei Flut stets positiv

Tabelle 9. **Verhalten von Temperatur und Salzgehalt bei Ebbe und Flut an Station V.**

a) Verhalten der ganzen Wassersäule.

Bei den eingeklammerten Werten ist die Oberfläche mit in Rechnung gezogen.

Fluten	Temperatur-abweichung	Salzgehalts-abweichung	Ebben	Temperatur-abweichung	Salzgehalts-abweichung
Mittel beider Fluten (7^h a. — 12^h m.; 6^h p. — 11^h p.)	+0·169°	—0·037 ‰ (—0·026)	Mittel beider Ebben (12^h m. — 5^h p.; 12^h p. — 6^h a.)	—0·160°	+0·038 ‰ (+0·026)
Flut bei Seewind (7^h a. — 12^h m.)	+0·192	—0·103 (—0·094)	Ebbe bei Seewind (12^h m. — 5^h p.)	—0·048	+0·044 (+0·036)
Flut, teils bei See- teils bei Landwind (6^h — 11^h p.)	+0·148	+0·029 (+0·036)	Ebbe bei Landwind (12^h m. — 6^h a.)	—0·248	+0·031 (+0·020)

b) Verhalten in verschiedenen Tiefen.

		0 *m*	5 *m*	10 *m*	15 *m*	20 *m*	36·5 *m* Gr.
Flut 7^h a. — 12^h m.; stark einsetzender Seewind	Temperat.	[1]	+	+	+	—	—
	Salzgeh.	+	—	—	—	+	—
Flut 6^h p. — 11^h p. (Hauptflut)	Temperat.		? —	stark steigend +	stark steigend +	stark steigend +	stark steigend +
	Salzgeh.	steigend? +	steigend +	fallend —	? [2] +	fallend —	? +
Ebbe 12^h m. — 5^h p.; abflauender Seewind	Temperat.		fallend? —	fallend —	stark fallend —	fallend +	fallend —
	Salzgeh.	fallend —	steigend +	steigend +	steigend ? —	? —	steigend ? +
Ebbe 12^h n. — 6^h a. (Hauptebbe); starker Landwind	Temperat.		steigend +	stark fallend —	stark fallend —	stark fallend —	? +
	Salzgeh.	fallend —	fallend —	steigend +	steigend +	schwach steigend +	steigend ? +

[1] Für die Frühflut wurde der Gang nicht bezeichnet, da ihr zu wenig Beobachtungen vorausgehen, bei der Temperatur der Oberfläche wurde kein Vorzeichen angegeben, da sie fast nur vom täglichen Wärmegang abhängt.

[2] Bedeutet, daß innerhalb diesere Priode keine wesentliche oder sicher zu deutende Änderung vorliegt.

Tabelle 10. Abweichung der Stundenmittel der Temperatur und des Salzgehaltes vom Tagesmittel.
Stat. V.

7h a.	8h	9h	10h	11h	12h m.	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	
						Temperatur						
−·214	+·189	+·261	+·310	+·379	+·264	+·013	−·070	−·205	−·114	−·019	+·121	
−·249	+·134	+·214	+·266	+·345	+·251	+·024	−·039	−·153	−·062	+·025	+·155	
						Salzgehalt						
−·013	−·092	−·170	−·143	−·116	−·069	−·022	+·036	+·093	+·087	+·081	+·064	
−·014	−·081	−·148	−·129	−·110	−·070	−·029	+·026	+·08[illegible]	+·078	+·076	+·059	

7h p,	8h	9h	10h	11h	12h m.	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
						Temperatur						
+·141	+·289	+·126	+·101	+·112	+·064	−·103	−·159	−·225	−·385	−·482	−·446	−·111
+·168	+·303	+·140	+·109	+·106	+·060	−·114	−·175	−·255	−·405	−·495	−·457	−·128
						Salzgehalt						
+·047	+·051	+·054	+·004	−·046	−·044	−·042	+·018	+·078	+·079	+·079	+·019	
+·042	+·054	+·065	+·020	−·026	−·033	−·039	+·013	+·064	+·060	+·056		

Die oberen Zahlenreihen sind unter Weglassung der Oberfläche nach der Kombination $(5b + 5c + 5d + 11e + 8f) : 34$, die untere mit Einbeziehung der Oberfläche nach der Kombination $(2 \cdot 5a + 5b + \ldots$ etc.): $36 \cdot 5$ gebildet. — Die Salzgehaltswerte der geraden Stunden sind interpoliert.

bei Ebbe stets negativ, so daß also Steigendwasser erwärmend, Fallendwasser abkühlend wirken müßte. Damit würde übereinstimmen, daß von beiden Fluten die Vormittagsflut, die in die Zeit des im selben Sinne wirkenden Seewindes fällt, die größere Abweichung, von beiden Ebben die Nachtebbe die weitaus stärkere und überhaupt größte Abweichung hat, da sie mit der kräftigsten Entwicklung des Landwindes zusammenfällt und außerdem weit tiefer ist als die Nachmittagsebbe, der außerdem noch der Seewind entgegenwirkt. Die Annahme, daß die Gezeiten die Ursache der Oszillationen seien, erhält also nicht nur durch die Übereinstimmung der Vorzeichen, sondern auch durch das Ausmaß der Temperaturabweichung eine wesentliche Stütze. Nicht ganz so günstig sind der Hypothese Vorzeichen und Ausmaß der Salzgehaltsabweichungen. Es weisen beide Ebben positive und das Mittel beider Fluten negative Abweichung auf, was also auf Erniedrigung des Salzgehaltes mit Steigendwasser und Erhöhung mit Fallendwasser deutet. Die Nachmittagsflut hat allerdings wie die beiden Ebben ein negatives Vorzeichen. Abgesehen davon, daß diese Unregelmäßigkeit nicht sehr groß ist ($+ 0 \cdot 03‰$), würde sie der Erklärung keine Schwierigkeit bieten. Denn der Gang der Salzgehaltsmittel ist einerseits infolge des scharf ausgesprochenen Ganges in 5 *m* Tiefe, anderseits infolge der geringen zeitlichen Schwankungen in der gesamten unterlagernden Wassermasse (vergl. Tabelle 7, letzte Kolonne) sehr stark von den Salzgehaltsänderungen in 5 *m* Tiefe beherrscht, wie auch ein Blick auf Tafel II bestätigt. Das wird besonders klar, wenn wir die Temperatur- und Salzgehaltswerte der einzelnen Tiefen auf ihr Verhalten bei Flut und Ebbe hin prüfen. Tabelle 9 *b* gibt das Ergebnis dieser Untersuchung. Analog dem bei Tabelle 8 eingehaltenen Vorgange bedeutet ein +, daß die Temperatur, respektive der Salzgehalt höher als das Mittel, ein —, daß sie niedriger sind. Zwar herrscht unter den Vorzeichen durchaus nicht die beste Übereinstimmung. Wenden

wir uns aber dem durch ein Schlagwort bezeichneten Gange der beiden Faktoren zu, dessen Ermittlung selbstverständlich auf den Änderungen von Niedrig- zu Hochwasser und umgekehrt, nicht aber wie die Ermittlung der Abweichungen (+ —) auf den Werten für den Wellenberg, respektive für das Wellental beruht, so treffen wir in der gesamten Wassersäule unterhalb 5 *m*, soweit überhaupt der Gang deutlich ausgesprochen ist, eine vollkommene Übereinstimmung. Bei Steigendwasser nimmt in allen diesen Tiefen die Temperatur zu, der Salzgehalt ab, bei Fallendwasser sinkt stets die Temperatur und steigt der Salzgehalt. Da die Temperaturdifferenzen unterhalb 5 *m* viel bedeutender als die Salzgehaltsunterschiede sind, so zeigen sie die Erscheinungen viel schärfer an. Sehen wir daher einstweilen von der Oberschichte (Bankwasser) ab, so führt diese Untersuchung zu dem Ergebnisse, daß sich in unserem Falle tatsächlich mit Steigendwasser stets eine Erhöhung der Temperatur und eine Erniederung des Salzgehaltes kombiniert. Man könnte daher annehmen, daß bei Steigendwasser eine Strömung bedeutend wärmeren, aber etwas salzärmeren Wassers in der Unterschichte anfangs hauptsächlich bei 15 *m* vordringt, allmählich aber auch nach oben- und untenhin an Ausbreitung gewinnt. Damit würden recht gut die Strömungsbeobachtungen (Tabelle V) übereinstimmen, die für 10 und 15 *m* Tiefe eine bei Steigendwasser nordwärts, bei Fallendwasser südwärts gerichtete Strömung angeben. Es würde auch begreiflich sein, daß an unserem Beobachtungstage das Gezeitenphänomen so bedeutsam und regelmäßig zum Ausdrucke gelangt, da die Witterung völlig ungestört, die Wasserstandsamplituden für die Adria sehr bedeutend (122 *cm*) und die horizontalen und vertikalen Unterschiede der Temperatur und des Salzgehaltes in der Beobachtungszeit sehr groß waren. Anderseits wäre es klar, daß unter weniger günstigen Verhältnissen die Unterschiede so klein werden könnten, daß sie der Beobachtung ganz entgingen.

Aber dieser so günstig scheinenden Lösung stehen zwei Schwierigkeiten entgegen. In erster Linie der Umstand, daß mit Steigendwasser eine Verminderung des Salzgehaltes verbunden wäre. Denn Ebbe und Flut pflanzen sich nach R. v. Sterneck [1] entlang der Nordostküste der Adria nach Nordwest, also in derselben Richtung wie der Küstenstrom fort. Dieser führt allerdings wärmeres, nicht aber salzarmes, sondern salzreiches Wasser und das gesamte bisher über die Adria vorliegende Beobachtungsmaterial nötigt zur Annahme, daß die Flut relativ salzreiches Wasser nach Norden führen müßte. Allerdings besitzt der Quarnero und das anschließende Inselgebiet infolge submariner Süßwasserquellen einen relativ geringen Salzgehalt, aber auch niedrige Temperaturen und, wenn das Flutwasser von dort stammen würde, müßte es nicht nur den Salzgehalt, sondern auch die Temperatur erniedrigen. Zweitens könnte der Temperatur- und Salzgehaltsgang in 5 *m* Tiefe kaum durch Verspätung erklärt werden, denn dann müßte man für die bei Steigendwasser aus Süden vordringende Wassermasse sogar einen noch niedrigen Salzgehalt als in 5 *m* Tiefe annehmen, was schon gar nicht haltbar ist. [2]

Wir gehen hier so ausführlich auf die Einwirkung der Gezeiten auf Temperatur- und Salzgehalt ein, weil gerade in dieser erst jüngst aufgeworfenen Frage die Meinungen sehr auseinandergehen. Schon 1907 hat G. Gilson [3] auf Grund einer auf der Reede von Ostende vom 7. auf 8./IX. 1906 ausgeführten 24stündigen Beobachtung einwandfrei nachgewiesen, daß die Gezeiten nicht nur auf Wasserstand und Stromrichtung, sondern auch auf Salzgehalt und Sinkstoffe von Einfluß sind, und zwar steigt in seinem Falle der Salzgehalt mit der Flut, während er in unserem sinkt. Gilsons Beobachtung ist nämlich

---

[1] R. v. Sterneck, Das Fortschreiten der Flutwelle im Adriatischen Meere. Sitzb. Wiener Akad., mathem.-naturw. Kl., Bd. CXVII, Abt. II *a* (1908).

[2] Da der Salzgehalt an der Oberfläche bei Flut zunimmt, so läge der Salzgehalt zwischen dem der Oberfläche und 5 *m* Tiefe, es müßten sich daher bei 10 bis 15 *m* viel größere Salzgehaltsschwankungen bemerkbar machen. Wollte man aber annehmen, daß sich die Gezeitenerscheinungen in erster Linie in der oberen Schichte abspielen, dann bliebe die Verzögerung in 5 *m* gegenüber 10 und 15 *m* und der völlige Mangel einer Temperatureinwirkung auf die Oberfläche ebenso unerklärlich als das Ergebnis der Strömungsbeobachtungen.

[3] Recherches sur le Milieu Marin et ses Variation au Voisinage de la Côte Belge. Mém. Mus. R. Hist. Nat. Belg., T. IV, I. Ser. (1907).

(bei bloß 8 m Wassertiefe) im salzarmen Küstenwasser angestellt, dem das aus dem Kanal vordringende Flutwasser an Salzgehalt überlegen ist. Auch wir werden im folgenden solche Fälle kennen lernen.

Ferner hat O. Pettersson[1] im Großen Belt bei Flut Anschwellungen des salzreichen Tiefenwassers verbunden mit Wassereinströmung in die Ostsee konstatiert, während er bei Ebbe ein Abströmen durch das ganze Profil nachweisen konnte. Seine Strömungsbeobachtungen stimmen vollkommen mit meinen überein, so unvollkommen letztere sind. Pettersson hält die von ihm beobachteten Erscheinungen für Wirkungen des Gehzeitenphänomens, während Wedderburn meint, daß es sich auch in diesem Falle um stehende Wellen an der Grenze verschieden dichter Wassermassen handelt.[2] Wenn nun auch aus einzelnen Beobachtungsserien, die um fünf und mehr Stunden auseinanderliegen, wie in Pettersson's Falle, nur mit Vorsicht Schlüsse gezogen werden dürfen, so wäre es doch ein merkwürdiger Zufall, wenn an zwei weit auseinanderliegenden Beobachtungstagen die Ausschläge der von den Gezeiten unabhängigen Salzgehaltsseiches jedesmal im selben Sinne mit den Wasserstandsschwankungen infolge von Ebbe und Flut zusammenfielen.

In unserem Falle ist es ganz ausgeschlossen, daß wir es mit solchen interliquiden Seiches zu tun haben. Denn ihre Periode müßte selbst dann viel größer sein, wenn wir annehmen, es handle sich nicht um Schwingungen der ganzen Adria, sondern nur um Schaukelbewegungen des etwas durch die Linie Südspitze Istriens=Rimini von der Adria abgegrenzten Golfes von Venedig. Das ergibt die Berechnung nach der Formel

$$t = 4\,l\sqrt{\frac{\frac{\rho}{h}+\frac{\rho_1}{h_1}}{g\,(\rho-\rho_1)}},$$

in der t die ganze Periode der Schwingung, l die Länge des Golfs in Metern, g die Schwerebeschleunigung, h und h_1 die Mächtigkeit der beiden verschieden dichten Wassermassen und ρ und ρ_1 ihre Dichte bedeuten,[3] wenn wir $l = 120.000\,m$ und die mittlere Tiefe des Golfes zu 35 m ansetzen und für die übrigen Werte die Mittel unserer Station zugrunde[4] legen. Denn man erhält eine Periode von 19·5 Tagen.[5] Unsere 24stündige Beobachtung könnte daher nur ein kleines Stück des ganzen Kurvenastes vorstellen.

---

[1] Über Meeresströmungen. »Veröff. Inst. Meereskunde«, Berlin, Heft 12 (1908), p. 18. — Gezeitenähnliche Bewegungen des Tiefenwassers. Publ. Circ., Nr. 47, Kopenhagen 1909, p. 2 bis 3.

[2] Dr. O. Pettersson's Observ. Deep. Water Oscillations. Proc. R. Soc. Edinb., Vol. XXIX, Part VI, p. 605. Wedderburn führt für diese von ihm und W. Watson am Loch Ness in glänzender Weise erforschten Schwingungen im Gegensatz zu den gewöhnlichen Seiches die Bezeichnungen »Dichteseiches« oder »Temperaturseiches« ein. Ersteren Ausdruck halte ich nicht für sehr glücklich, da ja auch die gewöhnlichen »Seiches« durch Gleichgewichtsstörungen an Dichtigkeitsflächen (und zwar an der Dichtefläche zwischen Wasser und Luft) entstehen. Der Unterschied der Perioden erklärt sich aus dem Unterschied der Dichtedifferenzen. Man könnte die Seiches (und überhaupt Wellen) nach den Medien, innerhalb derer oder an deren Grenzen sie sich abspielen, unterscheiden als interaër (zwischen zwei Luftschichten), aëroliquid (zwischen Luft und Wasser) und interliquid (zwischen zwei Wasserschichten).

[3] Die Formel für geschlossene Becken lautet nach Watson (Geogr. Journ., 1904, Okt.)

$$t = 2\,l\sqrt{\frac{\frac{\rho}{h}+\frac{\rho_1}{h_1}}{g\,(\rho-\rho_1)}},$$

da aber bei Seiches von Meeresbuchten der Schwingungsknoten nach den Untersuchungen von Honda u. a. in der Mündung liegt, so muß in diesem Falle die doppelte Länge also $4l$ gesetzt werden. Vgl. Secondary Undulations of Oceanic Tides by K. Honda, u. a. Jour. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. XXIV (1908).

[4] Es wurden angenommen $h_1 = 5\,m$; $\rho_1 = 1{\cdot}0230$; $h = 30\,m$; $\rho = 1{\cdot}0266$. Diese Werte passen auch gut zu den Beobachtungen von Wolf und Luksch am 4. August 1876 im Golfe von Venedig. Vgl. III. Bericht an die königl. ungar. Seebehörde in Fiume über die während des Sommers 1876 durchgeführten physikalischen Untersuchungen im Adriatischen Meere. Fiume 1877 (Tabelle Nr. 2).

[5] An dem Resultate ist bereits die sogenannte Mündungskorrektion angebracht, die in unserem Falle (vgl. Honda, p. 60) 34% beträgt.

Aber eine andere Möglichkeit liegt nahe. Daß nämlich fortschreitende Wellen, wie sie sich an der Grenze zweier relativ gegeneinander in Bewegung befindlicher Medien bilden, die Ursache unserer Temperatur- und Salzgehaltsschwankungen wären. H. v. Helmholtz[1] hat solche nach ihm »Helmholtz'sche Wellen« genannte Erscheinungen an der Grenze zweier gegeneinander bewegter Luftschichten bereits 1888/89 theoretisch berechnet, während ihres Vorkommens in den Seen und Meeren der Erde nur sehr selten gedacht wird.[2] Unsere Strömungsbeobachtungen sind zwar spärlich, immerhin lassen sie aber erkennen, daß die Strömung bei Steigendwasser in den mittleren Schichten nordwärts, bei Fallendwasser von der Oberfläche zirka 20 *m* Tiefe südwärts setzt. Wir haben daher ein System von Strömungen, das je nach der Gezeitenphase andere Richtung und Geschwindigkeit besitzt und eine verschieden mächtige Wassersäule beherrscht. An der Oberfläche findet man westliche und östliche Strömungen und zu unterst dürfte wohl der Küstenstrom konstant nordwärts ziehen. Es sind daher die Bedingungen für die Entstehung Helmholtz'scher Wellen gegeben. — Nehmen wir an, daß wir es mit solchen zu tun haben, so wäre die Erklärung der Erscheinungen in unserem Falle folgende. Am Beobachtungsorte liegen mehrere verschieden dichte und mit verschiedener Richtung und Geschwindigkeit bewegte Wasserschichten übereinander. Infolgedessen entstehen Gleichgewichtsstörungen an den Grenzflächen und es kommt zur Herausbildung von Wellen. Rückt ein Wellenberg heran, der ja in einer Verbiegung der Grenzflächen (Sprungschichten) nach aufwärts besteht, so muß bei unverändertem Messungsabstande von der Oberfläche die Temperatur ab- der Salzgehalt zunehmen. Das Gegenteil findet beim Herannahen eines Wellentales statt. Da die Strömungsrichtungen und Geschwindigkeiten von den halbtägigen Gezeiten in ausschlaggebender Weise periodisch beeinflußt werden,[3] so wird sich eine Übereinstimmung zwischen den Wellen- und den Gezeitenphasen herausbilden, welche die oben dargelegten Beziehungen zwischen den Änderungen von Temperatur und Salzgehalt zu den Gezeitenphasen verständlich macht. Gegenüber den bei der Wellenbildung zur Wirksamkeit gelangenden vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsunterschieden treten die Unterschiede in Temperatur und Salzgehalt zwischen dem Beobachtungsorte und dem Gebiete, woher das Flutwasser stammt, ganz zurück. Die Zeitdifferenzen zwischen den Erscheinungen in 15 und 5 *m* Tiefe können als Verspätung aufgefaßt werden, oder man kann auch annehmen, daß sich bei 5 *m*, an der Grenze des Bank- und adriatischen Wassers, ein selbständiges, von den Erscheinungen in 15 *m* unabhängiges Wellensystem gebildet habe.

Allerdings kann man, solange nicht längere mit Strömungsmessungen verbundene Beobachtungsserien vorliegen, nicht strenge beweisen, daß die volle von mir ausgeführte Übereinstimmung mit dem Gezeitenphänomen nicht doch ein Zufall sei. Eine Koinzidenz anderer Art hat O. Pettersson[4] veranlaßt, die großen Anschwellungen des Tiefenwassers im Gullmarfjord, die er durch zwei Monate verfolgte und die bei 14tägiger Periode mit hoher nördlicher oder südlicher Deklination des Mondes zusammenfielen als durch den Mond verursachte Gezeitenphänomene anzusehen, Die von Pettersson selbst erwähnte Schwierigkeit, daß sich die Anschwellungen nur im Tiefenwasser bemerkbar machten, wäre nach meiner Ansicht nicht so groß, da die aus dem Atlantischen Ozean eintretende Flutwelle vorzüglich solches Wasser bringen muß. Auch der von Everdingen[5] gemachte Einwurf, die täglich genau zur selben

---

[1] Sitzb. Berl. Akad., 1888, I, p. 647 bis 663, 1889, II, p. 761 bis 780.

[2] Auf solche Erscheinungen an der Grenze verschieden dichter Wassermassen machen zuerst Helland-Hansen und Nansen aufmerksam. »Report on Norwegian Fishery and Marine Investigations«, Vol. II, Nr. 2. Dem Verfasser war bei der Niederschrift dieser Zeilen nur das Referate in der Int. Rev. f. Hydrogr. u. Hydrobiol. zugängig. — E. M. Wedderburn, der sie im Loch Ness fand, erklärt diese Schwingungen, deren Periode viel zu kurz sei, als daß man sie als Seiches erklären könnte, als Züge von Grenzwellen wodurch verursacht?), nimmt jedoch an, daß sie in vielen Fällen auch durch die relativen Bewegungen zwischen zwei Wasserschichten wie sie infolge von Dichte-Seiches entstehen, verursacht sein mögen. Temperature Oscillations in Lakes and in the Ocean. Scott. Geogr. Mag., 1909, p. 596.

[3] Das gilt natürlich vorderhand nur für unseren Beobachtungsort und -tag.

[4] Publ. circ. No. 47.

[5] Erwähnt bei E. M. Wedderburn; Dr. O. Pettersson's Observ. etc. p. 605.

Tagesstunde angestellten Beobachtungen O. Pettersson's brächten, wenn sie überhaupt aus Gezeitenerscheinungen zu erklären wären, infolge der Verspätung der Gezeiten gegenüber dem Sonnentag nur die halbtägigen Gezeiten zum Ausdruck, ist nicht ganz stichhältig. Denn gerade in der Zeit, wo die Anschwellungen des Tiefenwassers auftreten, fällt die Beobachtungsstunde, was Pettersson allerdings nicht angibt, auf die Ebbe der halbtägigen Gezeiten. Nach seinen früheren Beobachtungen über die halbtägigen Gezeiten (siehe oben p. 24) hätte damit ein Zurücksinken des Tiefenwassers verbunden sein sollen, statt dessen trat ein etwa zehnmal stärkeres Anschwellen desselben ein und daher schloß er auf eine entsprechende Einwirkung des Mondes. Daß die Erscheinungen in derselben Tiefenschichte wie seine halbtägigen Gezeiten auftreten, ist nicht, wie O. Pettersson meint, beweisend dafür, daß sie auch Gezeitenphänomene sein müssen. Denn an dieser Dichtigkeitsfläche werden sich eben auch andere periodische Wellenbewegungen vorzüglich bemerkbar machen. — Außerdem müßten solche überaus bedeutende halbmonatliche Gezeiten auch im Wasserstande zum Ausdruck kommen; denn wenn durch die Anziehung des Mondes eine so beträchtliche Wassermasse auf einer Halbkugel angesammelt würde, dann müßte ebenso wie bei den halbtägigen Gezeiten das Wasserniveau auf derselben steigen und könnte der Mangel einer solchen Zunahme nicht durch die größere horizontale Ausbreitung der Oberschicht (baltisches Wasser) erklärt werden. Darum muß ich E. M. Wedderburn beistimmen, der, allerdings ohne Pettersson's Meinung direkt zu widerlegen, die Anschwellungen des Tiefenwassers für einknotige stehende Wellen des Skagerak hält und für dieselben nach der oben auch von mir benützten Formel eine zu den Erscheinungen vollkommen stimmende Periode von 13·9 bis 14·2 Tagen berechnet.[1]

Sehr regelmäßig sind die Temperaturkurven für die Wasseroberfläche und die Luft entwickelt, und da bei heiterem Wetter Land- und Seewind normal ausgebildet sind, können wir annehmen, daß uns die Beobachtung ein typisches Beispiel für die Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur an einem schönen Sommertage liefern. Und gerade dieser Fall zeigt deutlich, daß auch im Sommer die Lufttemperatur (25·5°) niedriger als die Wassertemperatur (26·4°) ist. Selbst in Triest, wo sich tagsüber die Lufttemperatur bedeutend mehr als über dem Meer erwärmt, beträgt das Mittel nur 25·7°. Nur zwischen $12^h\ 40^m$ bis $6^h\ 30^m$ p. ist die Lufttemperatur etwas — im Maximum um 0·3° — wärmer als die Wasseroberfläche, dagegen sinkt sie nachts bis 2·4° (3^h bis 4^h a.) unter diese herab. Auf offener See wird allerdings die Temperatur nachts nicht so tief fallen, da wir uns dort außerhalb des Bereiches des Landwindes befinden, dessen Eintritt (9^h p.) sich hier in dem scharfen Abfall der Temperatur (in einer Stunde um 1·0°) so deutlich bemerkbar macht. Aber andrerseits zeigen meine in den Morgenstunden angestellten Parallelbeobachtungen der Lufttemperatur in 1 *dm* und 2 *m* über der Wasseroberfläche, daß trotz der Küstennähe und der starken Fühlbarkeit des Landwindes (Stärke 2 bis 2·5) die warmhaltende Wirkung der Wassermasse doch nicht sehr beträchtlich herabgemindert wird. Denn es wird die Luft nahe der Wasserfläche doch so warm gehalten, daß zwischen 3^h und 6^h a. die Temperaturabnahme bis 2 *m* Höhe 0·5° bis 0·6° erreicht. Diese großen Temperaturdifferenzen bei kaum 2 *m* Vertikaldistanz zeigen, wie dringend nötig es ist, alle Lufttemperaturbeobachtungen in möglichst gleicher Höhe über dem Wasserspiegel auszuführen, da sie sonst die Vergleichbarkeit einbüßen. Überraschend groß zeigt sich die ausgleichende Wirkung des Wassers, denn während die Amplitude der Lufttemperatur in Triest für die gleiche Zeit 6·6° betrug, belief sie sich am Beobachtungsort nur auf 3·8°. Auch die Verzögerung in der Erwärmung und Abkühlung ist sehr bedeutend, denn in Triest erhebt sich die Temperatur bereits um $7^h\ 50^m$ a. m. über das Mittel und sinkt schon um $7^h\ 5^m$ p. wieder unter dasselbe, während über dem Meere diese Termine ($9^h\ 40^m$ a. m. respektive $9^h\ 30^m$ p. m.) um 2^h verspätet sind. Ja die Media der Wassertemperatur treten erst um $11^h 36^m$ a. und $10^h 36^m$ p., also um zirka $3^1/_2{}^h$ später als in der Luft zu Triest ein. — Wir haben bei dieser Beobachtung lange verweilt, denn sie zeigt in schöner Weise, welch eine Fülle von Faktoren die Temperatur- und Salzgehaltsänderungen beeinflussen. Nicht nur Ein- und Ausstrahlung, Verdunstung und damit verknüpfte Konvektionsströmungen rufen periodische Schwankungen hervor. Auch Land- und

[1] A. a. O., p. 605.

Seewind und unterseeische Wellen erzeugen ihrerseits regelmäßige Änderungen der Temperatur und des Salzgehaltes, die sich in der mannigfaltigsten Weise kombinieren. Und schließlich treten noch Andeutungen von großen seichesartigen Bewegungen, wie besonders an Station I, hinzu. Das Bild wird dadurch so vielgestaltig, daß selbst eine so lange Beobachtungsreihe wie unsere noch nicht ermöglicht, alle Vorgänge mit Sicherheit zu deuten. Wie schwierig muß aber die Arbeit werden und zu wie viel Fehlschlüssen mag sie führen, wenn nur einzelne zeitlich durch viele Stunden oder Tage getrennte Beobachtungen vorliegen. So hätte zum Beispiel eine am 31./VIII. um 10^h a. an unserem Beobachtungsorte ausgeführte Messung eine Temperaturabnahme von bloß 2·1° bis 15 *m* Tiefe ergeben, am 1./VIII. 6^h a. hätte man aber 5·8° erhalten! Es wird dies eine Beispiel, und das ist der Zweck dieser Zeilen, genügend dartun, daß sich die Forschung besonders in Gebieten mit scharfer Schichtung der Wassermassen heute mit einzelnen Beobachtungsserien nicht zufrieden geben darf. Denn was nützt alle Verfeinerung der Methoden und Vergleichung der Instrumente, wenn durch die Ungleichzeitigkeit der Beobachtungen ihr Wert und ihre Vergleichbarkeit viel mehr leidet als es je infolge der Benützung einfacher Hilfsmittel geschehen kann.

4. Station XIV (Nr. 2 des Juli 1908).

(Vergl. Tabelle XIV.)

Position: Wie bei Station I.

Beobachtungszeit: 1908, 16. Juli 7^h a. bis 17. Juli 7^h a.

Witterungsverhältnisse: Schon am 14. und 15. Juli traten unter dem Einflusse eines über Spanien und Südfrankreich heranrückenden Luftdruckmaximums bei gleichzeitig tiefem Barometerstande über Nordeuropa und einem sekundären Minimum, das während dieser Zeit von der Riviera nach Siebenbürgen zog, lebhafte Winde (22 *m*/sec.) auf, und als sich das Maximum keilförmig über Mitteleuropa ausbreitete, wuchsen die Landwinde, durch den allgemeinen Luftdruckgradienten außerordentlich verstärkt, bis über 30 *m*/sec. Geschwindigkeit an (15. auf 16./VII.) und auch während der ganzen Beobachtungszeit wehten See- und Landwinde sehr kräftig. Die mittlere Bewölkung war 3·9. In der stürmisch bewegten Nacht vom 15. auf den 16./VII. ging über dem Golfe ein heftiges Gewitter mit starkem Niederschlag nieder.

Gezeiten:	Hochwasser: 16./VII. 12^h m. (105 *cm*)	Niedrigwasser:	16./VII. 5^h a. (42 *cm*).
(Pola)	16./VII. 10^h p. (117 *cm*)		16./VII. $4^1/_2{}^h$ p. (95 *cm*).
			17./VII. $5^1/_2{}^h$ a. (45 *cm*).

Reduktion auf den Beobachtungsort: + 1 Stunde.

Waren die bisher behandelten Beobachtungen Repräsentanten der Verhältnisse bei heiterem, ruhigem Wetter, so bieten die beiden folgenden Stationen Beobachtungen bei bewölktem Himmel und stärker bewegter See. Wir beginnen mit der am selben Orte wie Station I, also im rückkehrenden Küstenstrom vor Grado angestellten Beobachtung XIV, die bei mittleren Verhältnissen einen Übergang zwischen der ersten Gruppe und der letzten Station bei Pirano (XV) bildet.

Ein Vergleich der Tabellen 3 und 11 zeigt einen außerordentlichen Kontrast der Wasserschichtung an den beiden Beobachtungstagen. Hatte sich bis zum 11./VII. 1905 (Station I) infolge lange andauernden schönen Wetters das salzarme Bankwasser ohne weitere Mischung ungestört über dem adriatischen Wasser ausgebreitet, so daß eine scharfe Salzgehaltsschichtung zustande gekommen war, und zum Beispiel zwischen 0 und 5 *m* Tiefe die Salzgehaltsdifferenz 3·50‰ betrug, so war durch den Sturm, der der Beobachtung vom 16. auf den 17./VII. vorausging, eine so gründliche Mischung der beiden Wasserschichten herbeigeführt worden, daß die Salzgehaltsdifferenz zwischen denselben Tiefen bloß 0·06‰ betrug! Nur die unterste Wasserschichte, etwa von 10 *m* bis 14 *m* Tiefe zeigt einen merklich höheren Salzgehalt als die Oberfläche (0·84 bis 2·05‰). Diese Unterschiede wurden aber auch für die Temperaturabnahme ausschlaggebend. Bereits auf p. 11/12 wurde für Station I ausgeführt, daß sich infolge der enormen

Tabelle 11. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station XIV** (Nr. 2, Juli 1908).

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in $^0/_{00}$				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*			
0—1 *m*	0·07	0·07	0·60	—0·04	0·09	0·04	0·04	0·37	—0·05	0·07
1—3 *m*	0·06	0·03	0·52	—0·10	0·08	—0·02	—0·01	0·09	—0·17	0·05
3—5 *m*	—0·03	—0·02	0·12	—0·20	0·06	0·04	0·02	0·17	—0 08	0·06
5—10 *m*	0·14	0·03	0·54	—0·24	0·16	0·78	0·16	1·25	0·04	0·37
10—14 *m* Gr.	0·91	0·23	1·80	0·40	0·25	1·21	0·30	2·07	0·50	0·43
0—3 *m*	0·13	0·04	0·90	—0·10	0·14	0·02	0·01	0·20	—0·08	0·04
0—5 *m*	0·11	0·02	0·94	—0·08	0·18	0·06	0·01	0·18	—0·08	0·07
0—10 *m*	0·24	0·02	0·94	—0·28	0·27	0·84	0·08	1·42	0·10	0·39

vertikalen Dichtedifferenzen zwischen dem Bank- und adriatischen Wasser hier eine Sprungschichte der Temperatur entwickeln mußte, da für die Erwärmung der Unterschichte nur Leitung in Betracht kommen konnte. Daß der Temperatursprung an der Grenze der beiden Wassermassen (2·48° zwischen 3 und 5 *m*) so scharf ist, zeigt in prächtiger Weise, eine wie geringe Rolle schon für sehr geringe Tiefen die Strahlung gegenüber der Konvektion spielt, zumal der Isonzo und besonders der Timavo, deren beträchtliche Wassermassen sich dem Bankwasser zugesellen, im Sommer tiefere Temperaturen als das adriatische Wasser besitzen. Obwohl also ursprünglich im Mündungsgebiet der genannten Flüsse die Oberschichte die kühlere ist, liegt sie hier nach so kurzem Wege bereits als weitaus wärmere über dem adriatischen Wasser. Denn durch Strahlung wird die Oberfläche stark erwärmt und durch Konvektion wird die Wärme auch bis an die Grenze des adriatischen Wassers getragen. Dieses aber bleibt, nur auf Strahlung angewiesen, bald weit hinter jenem zurück und so erreicht die Temperaturdifferenz zwischen 0 und 5 *m* bereits 3·6°, zwischen 0 und 10 *m* sogar 6·0°. Nun hat allerdings Kaleczinszky[1] in einer sehr interessanten Untersuchung nachgewiesen, daß diejenigen ungarischen Salzseen, die von einer Süßwasserdecke überzogen sind, Temperaturen bis über 70° im Salzwasser aufweisen. Da nun bei dem hohen Salzgehalte der Unterschichte eine Konvektion vollkommen ausgeschlossen ist, muß die Einstrahlung als Hauptursache dieser hohen Wärme erklärt werden, die im Laufe der warmen Jahreszeit bei Tag fortwährend zu-, in der Nacht aber fast nicht abnehmen wird, da Abkühlung durch Konvektion ausgeschlossen, der Verlust durch Wärmeleitung sehr gering ist und das Wasser die dunkle Ausstrahlung noch viel weniger durchläßt als die sichtbare Einstrahlung. Aber es braucht zur Erklärung der hohen Temperaturen kein tiefes Eindringen der Wärmestrahlung angenommen zu werden. Vielmehr beruhen sie einerseits auf einer fortgesetzten Summierung der Einstrahlungseffekte, andrerseits und in erster Linie auf der schwachen Entwicklung der überlagernden Süßwasserdecke, so daß noch ein bedeutender Teil der Sonnenstrahlung zur Salzwasserschichte gelangt.[2] Und wir werden selbst bei Besprechung der Station VI, in deren Gebiet unter einer ganz schwachen Schichte fast süßen Wassers ziemlich salzreiches liegt, eine solche Zunahme der Temperatur, wenn auch nur in geringem Maße, konstatieren können.

Ein solcher Entwicklungsgang wird natürlich unterbrochen, wenn durch Seegang eine Durchmischung der beiden Schichten herbeigeführt wird, wie es vor Beginn unserer Beobachtung XIV der Fall war. Es entstand dadurch eine nicht nur homohaline sondern auch homotherme Deckschichte und die Temperaturabnahme zwischen 0 und 10 *m* reduzierte sich auf 0·24°. Die Differenz zwischen 10 *m* und

---

[1] Über die ungarischen warmen und heißen Kochsalzseen als natürliche Wärmeakkumulatoren. Mathem.-naturw. Ber. aus Ungarn, 19 (1901), p. 51 bis 54.

[2] Kaleczinszky gibt an, daß bei einer Süßwasserschichte von 2 *m* Mächtigkeit keine Erwärmung des unterlagernden Salzwassers mehr eintritt.

Grund betrug aber bereits 0·91°, so daß man daraus und besonders im Vergleich mit Station XV ersieht, daß die Hauptwirkung des Seeganges sich auf eine Schichte von zirka 8 bis 9 *m* Mächtigkeit erstreckt hat.

Da also in der Beobachtungszeit die vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsunterschiede nur sehr gering und auch die horizontalen Differenzen sehr verwischt waren,[1] so kann man von den Winden, trotzdem sie kräftig entwickelt waren, keine sonderliche Einwirkung auf Temperatur und Salzgehalt erwarten. Überhaupt konnte sich eine Vertikalzirkulation nur in geringem Umfange entwickeln, da infolge Beeinflussung durch den allgemeinen Luftdruckgradienten die Seewinde fast ausschließlich aus West, also nahezu parallel zur Küste und auch die Landwinde durch drei Stunden aus Ost wehten. Verfolgt man den Temperatur- und Salzgehaltsgang in der Schichte von 0 bis 5 *m* — in größerer Tiefe beherrschen andere Erscheinungen noch weit mehr das Bild als hier — so kann man nur den raschen Temperaturabfall zwischen 6^h p. und 8^h p. (vergl. Tabelle 12), in welcher Zeit der See- in den Landwind übergeht und die starke Erniedrigung des Salzgehaltes von 9^h bis 11 p. mit einer gewissen Berechtigung auf

Tabelle 12. **Abweichung der Stundenwerte der Temperatur und des Salzgehaltes vom Tagesmittel. Stat. XIV.**

Tiefe	7^h a.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	
						Temperatur							
0–5 *m*	−·120	−·080	−·011	+·061	+·128	+·165	+·092	+·114	+·080	+·192	+·133	+.118	
10 *m*	+·03	−·01	−·07	−·01	+·10	+·10	+·03	−·06	−·16	−·20	−·10	+·03	
14 *m* Gr.	−·90	−·61	−·48	−·36	−·30	−·25	+·04	+·29	+·45	+·43	+·23	+·15	
						Salzgehalt							
0–5 *m*	−·087		+·080		+·094		+·008		+·095		+·106		
10 *m*	−·20	−·01	+·08	+·02	−·10	−·15	−·09	+·07	+·41	+·48	+·38	+·11	
14 *m* Gr.	+·25	+·25	+·26	+·29	+·31	+·21	−·01	−·31	−·57	−·57	−·36	−·13	

Tiefe	7^h p.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h
						Temperatur							
0–5 *m*	+·067	−·030	−·010	−·020	−·046	−·035	−·060	−·064	−·148	−·191	−·177	−·169	−·142
10 *m*	+·06	+·08	+·12	+·04	−·16	−·26	−·20	−·09	+·02	+·11	+·19	+·21	+·19
14 *m* Gr.	+·07	−·15	−·22	±·00	+·09	+·13	+·39	+·22	+·10	+·02	+·04	+·12	+·12
						Salzgehalt							
0–5 *m*	+·067		+·013		−·201		−·041		−·098		−·101	—	—
10 *m*	−·22	−·51	−·60	−·32	+·05	+·22	+·25	+·19	+·07	−·07	−·16	—	—
14 *m* Gr.	+·17	+·49	+·63	+·46	+·14	−·14	−·30	−·31	−·24	−·15	−·09	—	—

Windwirkung zurückzuführen. Im letzteren Falle ist das Drehen des Windes von Ost auf Nordost die Ursache. Denn Nordost ist die Richtung, in der die Isonzomündung liegt und die Abnahme des Salzgehaltes in dieser Direktion ist besonders am Beobachtungstage viel größer als die vertikale Zunahme.

Im übrigen spiegelt der Gang des Salzgehaltes in abgeschwächtem Maße die Vorgänge in größerer Tiefe wider, während der Temperaturgang vorzüglich durch Ein- und Ausstrahlung, Konvektion und

[1] Ein Vergleich mit Station XV zeigt, daß bei Pirano die Oberflächentemperatur nahezu dieselbe und auch der Salzgehalt nur um 0·4‰ höher war, während in der Regel im Sommer Differenzen von 1·0°, respektive 3 bis 4‰ zwischen beiden Stationen vorhanden sein dürften.

Seegang bestimmt wird. Es scheint sich hier die so seltene Gelegenheit zu bieten, einige annähernde in Tabelle 13 zusammengestellte Werte für die quantitative Bedeutung dieser Faktoren im täglichen Temperaturgange zu gewinnen. Der starke Anstieg der Temperatur der obersten Schichte zwischen 9^h a. bis 12^h m. muß hauptsächlich der Einstrahlung zuerkannt werden, die in dieser Zeit infolge fast gänzlicher Aufheiterung zur vollen Wirkung gelangt, während andrerseits bei ruhiger See und Windstille Mischung durch Seegang wegfiel und auch die Konvektion, wie die Zahlen selbst ergeben, nicht sehr wesentlich gewesen sein und kaum bis 1 *m* Tiefe gereicht haben dürfte. Und in dieser kurzen Zeit steigt die Oberflächentemperatur um 0·90° und auch die Temperatur in 1 *m* Tiefe noch um 0·54°, aber in 3 *m* ist der Anstieg bereits ganz unwesentlich. Wir können also hier mit Zahlen die oben gefolgerte Ansicht belegen, daß die Wärmewirkung der Strahlung nur in sehr geringe Tiefe reicht, womit wir uns überdies

Tabelle 13. **Temperaturänderungen infolge Einstrahlung, Seegang und Konvektion.**

Tiefe	Station XIV					Station I		
	9^h a. bis 12^h m.	12^h m. bis 2^h p.	$4-5^h$ p. bis $9-10^h$ p.	$9-10^h$ p. bis $1-2^h$ a.	$1-2^h$ a. bis $6-7^h$ m.	9^h bis 11^h a.	11^h a. bis 12^h m.	12^h m. bis 3^h p.
0 *m*	+·90	−·64	−·28	−·08	−·12	+·18	+·02	−·01
1 *m*	+·54	−·36	−·23	−·06	−·11	+·03	+·09	+·04
3 *m*	+·04	+·14	−·17	−·07	−·09	+·03	+·03	+·03
5 *m*	±·00	+·04	−·14	−·04	−·09	—	—	—

in vollkommener Übereinstimmung mit der Theorie befinden.[1] Um 12^h m. setzten nun, rasch an Stärke gewinnend, südwestliche bis westliche Winde ein, der Seegang wurde nicht unbedeutend und die Folge war, neben gesteigerter Verdunstung, eine rasche Verfrachtung der Wärme in die Tiefe. Kolonne 3 zeigt, wie nun in nur zwei Stunden trotz hochstehender Sonne die Temperatur an der Oberfläche um 0·64° und auch in 1 *m* Tiefe noch um 0·36° abnahm,[2] während sie gleichzeitig in 3 *m* Tiefe um 0·14 und in 5 *m* noch um 0·04 stieg. Noch viel charakteristischer kommen die Wirkung von Einstrahlung und Seegang für dieselbe Tageszeit bei Station I zum Ausdruck (Tabelle 13, Kolonne 7 bis 9). Hier steigt von 9^h bis 11^h a. bei vollkommener Windstille, spiegelglatter See und ungehemmter Sonnenstrahlung die Temperatur an der Oberfläche um 1·8°, in 1 *m* Tiefe[3] aber nur mehr um 0·3°. Nun erhebt sich zwischen 11^h und 12^h ein leiser Luftzug und die von ihm hervorgerufene Mischung genügt bereits, um die Temperaturzunahme an der Oberfläche auf 0·2° herabzusetzen, in 1 *m* Tiefe aber auf 0·9° zu erhöhen. Und während von 12^h m. bis 3^h p. bei schwachem Südwest die Temperatur an der Oberfläche bereits um 0·1 sinkt, steigt sie gleichzeitig in 1 *m* um 0·4. — Die Tiefe, in der bei eintretendem Seegang an Stelle des Wärmeverlustes Wärmegewinn tritt, nimmt also, wie ein Vergleich der beiden Beobachtungen zeigt, mit der Stärke des Seeganges zu.

Beobachtung XIV bietet endlich noch Gelegenheit das Fortschreiten der nächtlichen Konvektion in die Tiefe zu verfolgen. Tabelle 13 zeigt in Kolonne 4 das beträchtliche und mit der Tiefe sich verringernde Absinken der Temperatur von 4./5.^{h} p. bis 9./10.^{h} p.[4] Der starke Abfall dürfte, wie schon oben bemerkt, darauf zurückzuführen sein, daß zwischen 6^h bis 8^h p. der westliche See- in den östlichen Landwind umschlug. Die Abnahme mit der Tiefe aber kann daraus erklärt werden, daß sich die Konvektion noch

---

[1] W. Schmidt, Absorption der Sonnenstrahlen im Wasser. Sitzb. W. Akad., mathem.-naturw. Kl., Bd. CXVII, Abt. II*a*, p. 10.

[2] Zum Vergleiche sei angegeben, daß die gesamte Temperaturabnahme von 2^h p. bis 4^h a. (Min.) an der Oberfläche nur 0·58 und in 1 *m* Tiefe 0·40 betrug.

[3] Wir müssen bei dieser Station von der Einbeziehung der Werte für 3 und 5 *m* in diese Betrachtung absehen, da für ihren Gang andere Faktoren ausschlaggebend sind.

[4] Es wurden zur größeren Sicherheit bei der Berechnung stets Mittel aus zwei benachbarten Werten zugrunde gelegt. Wäre kein Seegang aufgetreten, so wären natürlich die Erscheinungen viel schärfer ausgesprochen.

nicht vollständig durchzusetzen vermochte. Dagegen zeigen die Kolonnen 5 und 6 für die späteren Nachtstunden eine sehr gleichmäßige Abnahme der Temperatur in der ganzen Schichte bis 5 *m* Tiefe. Da Wind- und Wellenstärke die ganze Zeit über ziemlich gleich blieben, so kann nur das Fortschreiten der Konvektion in die Tiefe die Ursache dieser Unterschiede sein. Andrerseits greift sie in unserem Falle nicht tiefer als höchstens 8 bis 9 *m*, denn sonst hätte sich hier nicht, wie die Beobachtungen aus 10 *m* Tiefe beweisen, in den Morgenstunden ein Temperaturüberschuß von mehreren Zehntelgraden über die vollkommen homotherme Oberschicht erhalten oder ausbilden können.

Wenden wir uns nun dem Temperatur- und Salzgehaltsgang in größerer Tiefe zu. — In 10 *m* Tiefe sehen wir periodische in Temperatur- und Salzgehalt entgegengesetzt gerichtete Schwankungen mit großer Schärfe auftreten. Ihre innige gegenseitige Beziehung kommt noch viel besser zum Ausdruck, wenn man die Salzgehaltsreihe von dem die ganze Beobachtungszeit hindurch andauernden, von unseren kleineren Schwankungen unabhängigen Anstieg befreit. Das ließ sich leicht erreichen. Es wurde zu diesem Zwecke die Reihe einer öfteren Ausgleichung unterzogen, bis sie nur mehr ganz sanfte Schwingungen aufwies und nun der Tagesanstieg mit ziemlicher Sicherheit zu $0 \cdot 60^0/_{00}$ bestimmt. Die daraus resultierenden Korrekturen wurden an der bloß einmal nach der Formel $\frac{a+2b+c}{4}$ ausgeglichenen Salzgehaltsreihe, in der noch vorher die Werte für die geraden Stunden linear interpoliert worden waren, unter der jedenfalls wenig von der Wirklichkeit abweichenden Annahme angebracht, daß der Anstieg gleichmäßig erfolgte.[1] Gleicht man auch die Temperaturreihe einmal aus und bildet man dann für beide Reihen die Abweichungen der Stundenwerte vom Tagesmittel, so ergibt sich eine geradezu überraschende Regelmäßigkeit der ganzen Erscheinung (vergl. Tabelle 12). Stets bewegen sich Temperatur und Salzgehalt in entgegengesetzter Richtung, die Maxima der Temperatur fallen mit einer unbedeutenden Ausnahme stets auf die Minima des Salzgehaltes und umgekehrt und die Abweichung der Temperatur und des Salzgehaltes vom Mittelwert wird immer fast gleichzeitig Null. Auch in diesem Falle dürften Helmholtz'sche Wellen die Ursache dieser Schwankungen sein. Denn gegen jede andere Erklärung spricht die Kürze der Periode, die übrigens nicht konstant bleibt, sondern im Laufe der Beobachtung unter gleichzeitiger Zunahme der Amplitude von $2^1/_4$ auf $6^1/_2$ Stunden steigt und in einer gewissen Beziehung zu den Winden zu stehen scheint. Dieselben Schwankungen lassen sich, wie schon oben angedeutet, auch im Salzgehaltsgange der Oberschichte noch aufspüren, wenn sie auch entsprechend den geringen vertikalen Salzgehaltsunterschieden nur ganz geringe Amplituden haben, während sie im Temperaturgang hier gegenüber den bereits behandelten Vorgängen verschwinden.

Wir müssen darnach auf verschiedene Geschwindigkeit oder Bewegungsrichtung der beiden Wassermassen schließen. Das bestätigen in der Tat meine Beobachtungen über die Strömungsrichtungen. Im Mittel ergibt sich allerdings für die ganze Wassermasse unterhalb 3 *m*[2] eine fast genau nach West zu Nord gerichtete Bewegung[3], so daß man annehmen muß, daß der rückkehrende Küstenstrom von der Oberfläche bis zum Grunde reicht. Aber im Laufe des Tages wird die Bewegung durch das Gezeitenphänomen wesentlich modifiziert. Bei Steigendwasser dreht der Strom nach Nord, bei Fallendwasser nach Süd[4] und nur dadurch, daß sich diese beiden Richtungen kompensieren, kommt in den Mittelwerten die Richtung des Küstenstromes so klar zum Ausdruck. Diese Gezeitenströmungen, die natürlich je nach

---

[1] Also Korrektur für Beginn der Beobachtung $+0 \cdot 30^0/_{00}$, für das Ende $-0 \cdot 30^0/_{00}$, für den Mittelwert $\pm 0 \cdot 00^0/_{00}$.

[2] An der Oberfläche und in 1 *m* Tiefe wurden wegen des Seeganges Beobachtungen fast ganz unterlassen.

[3] 3 *m* (10 Beob.): 275°; 5 *m* (24 Beob.): 272°; 10 *m* (10 Beob.): 281°; Grund (11 Beob.): 278°. Alle 54 Beobachtungen fallen in den NW- und SW-Quadranten.

[4] Es strömt also das Wasser bei Steigendwasser in der Oberschichte gegen die Gradenser Küste und in die Lagunen, um bei Fallendwasser wieder zurückzukehren. Es bleibt mir dabei unerklärlich, daß dieser Stromwechsel nicht in Temperatur- und Salzgehalt dieser Schichten zum Ausdruck kommt, da das Wasser während seines Aufenthaltes in den Lagunen, wie wir noch sehen werden, Temperatur und Salzgehalt nicht unbeträchtlich ändert. (Vgl. bes. Beob. XIII, die kurz vor der behandelten Beobachtung angestellt ist.)

der Phasenzeit verschiedene Geschwindigkeit besitzen, treten mit solcher Bestimmtheit aber nicht in allen Tiefen auf und besonders am Grunde scheinen sie nur eine schwache Ablenkung der allgemeinen Weströmung zu bewirken. Ferner sind sie besser während der Herrschaft der westlichen als der östlichen Winde entwickelt, da erstere offenbar den Küstenstrom behindern, letztere ihn beschleunigen. Es herrschen daher sowohl in der Ober- als in der Unterschicht periodisch wechselnde Strömungen, deren Richtung und Geschwindigkeit aber in beiden Schichten meist erheblich verschieden ist. Sie scheinen also die Ursache unserer Temperatur- und Salzgehaltswellen zu sein.

Temperatur und Salzgehalt des Bodenwassers besitzen ebenfalls beträchtliche, aber bedeutend unregelmäßigere Schwankungen. Verfolgt man den Temperaturgang in 10 *m* Tiefe und am Grund im einzelnen, so bemerkt man, daß die Schwankungen im allgemeinen entgegengesetzt gerichtet sind, aber wiederholt kann man konstatieren, daß der Temperaturgang des Bodenwassers dadurch gestört erscheint, daß die entgegengesetzten Schwankungen von 10 *m* Tiefe auf das Bodenwasser übergreifen, so zum Beispiel zwischen 5^h bis 9^h p., von 10^h p. bis 1^h a. und von 3^h bis 7^h a. Es liegt die Folgerung nahe, daß in den komplizierteren Kurven des Bodenwassers sowohl die Wellen der Oberschichte als eigene entgegengesetzt gerichtete Wellen enthalten sind, wobei die ersteren nur in den erwähnten günstigen Fällen sofort erkennbar sind. Befreit man auf Grund dieser Annahme die einmal ausgeglichenen Salzgehalts- und Temperaturwerte des Bodenwassers von den ersteren Schwankungen, indem man die in Tabelle 12 niedergelegten Abweichungen für 10 *m* Tiefe mit verkehrtem Vorzeichen an ihnen anbringt, so erhält man in Temperatur und Salzgehalt wieder sehr regelmäßig entgegengesetzt gerichtete Werte (vergl. Tabelle 12), trotzdem die allgemeine Änderung hier nicht eliminiert wurde. Ob man es hier in ähnlicher Weise, wie bei Station V dargelegt, mit Wellen zu tun hat, die in enger Beziehung zu den Gezeiten stehen, wobei man sich vorzustellen hätte, daß der Flutstrom in der Tiefe eindringend das Wasser der Oberschichte zu den besprochenen wechselnden Strömungen zwingt, die ihrerseits das Tiefwasser wieder etwas gegen Nord respektive Süd ablenken und wobei die Beziehungen zwischen Ebbe und Flut, Temperatur und Salzgehalt mit zirka einer Stunde Verspätung sich in derselben Art wie bei Station V äußern würden, oder ob keine solchen Beziehungen bestehen, wage ich nicht zu entscheiden, da die der Betrachtung zugrunde gelegten Werte unter einer nicht völlig sicheren Annahme hergeleitet wurden.

Schließlich möchte ich noch die Aufmerksamkeit auf die bereits erwähnten Schwankungen größerer Periode hinlenken, die in unserer Beobachtung klar zum Ausdruck gelangen. Es zeigt sich nämlich in der ganzen Oberschichte (0 bis 5 *m*) ein allmähliches, bis zum Schlusse der Beobachtung andauerndes Abfallen des Salzgehaltes um zirka $0 \cdot 20^0/_{00}$ [1] (Tabelle 12), umgekehrt in 10 *m* Tiefe gleichzeitig ein Anwachsen um $0 \cdot 60^0/_{00}$. Das Bodenwasser verhält sich wieder wie die Oberschichte, und es fällt hier der Salzgehalt um zirka $0 \cdot 70^0/_{00}$ im Laufe der Beobachtung.

Von den Temperaturkurven zeigt nur die Kurve des Bodenwassers eine Schwankung ähnlicher Periode, indem hier die Temperatur sehr bedeutend steigt, sich also entgegengesetzt wie der Salzgehalt derselben Tiefe verhält. Die Temperaturen in 10 *m* Tiefe weisen nur die kurzen, symmetrisch um den Mittelwert gruppierten Schwankungen auf. Dies erklärt sich daraus, daß die raschere Zunahme des Salzgehaltes (vergl. Tabelle II) in etwas geringerer Tiefe (oberhalb 10 *m*) als diejenige der Temperatur (unterhalb 10 *m*) beginnt, so daß die zwar kurzen aber relativ hohen Helmholtz'schen Wellen noch in das Bereich der rascheren Temperaturabnahme reichen, während dagegen die bei 10 *m* aufwärts gerichtete Bewegung der Seiches, als welche wir die Erscheinung ansprechen müssen, noch nicht ein solches Ausmaß erreicht hat, um sich auch in der Temperatur bemerkbar zu machen. Wir müßten in unserem Falle, ähnlich wie F. Exner [2] am Wolfgangsee, Wasserschichten annehmen, von denen die mittlere in

---

[1] Der Wert um 7^h a. wurde vom Vergleiche ausgeschlossen, da er noch unter der aussüßenden Wirkung des kurz vorher beendigten Niederschlages steht.

[2] Über eigentümliche Temperaturschwankungen von eintägiger Periode im Wolfgangsee. Sitzb. Wiener Akad., mathem.-naturw. Kl., Bd. CXVII, Abt. II*a* (1908).

entgegengesetzter Richtung wie die obere und untere schwingt. Legen wir zur Berechnung der Seichesperiode des Golfes von Triest die Mittelwerte der Beobachtung XV zugrunde, wobei wir allerdings nur zwei Wasserschichten unterscheiden und nehmen wir demnach für h und h' je 11 *m*, $\rho = 1.0272$, $\rho' = 1.0240$, $l = 27.000\ m$, so erhalten wir auf Grund der oben benützten Formel und unter Anwendung einer Mündungskorrektion von 31% als Seichesperiode gerade vier Tage. Unsere Beobachtung würde also den vierten Teil einer solchen Seiches vorstellen. Es ist aber auch möglich, daß es sich um eine Querschwingung handelt, da ja durch den Sturm der Vornacht das Golfwasser nach Süden gedrängt wurde, das nun nach Abflauen des Windes zurückschwingt und so die Seiches erzeugt. Die Grenze der oberen und mittleren Schichte wäre dort zu suchen, wo die raschere Salzgehaltszunahme beginnt, also zirka zwischen 8 und 9 *m*, die Grenze zwischen Mittel- und Unterschicht dort, wo der Temperaturabfall einsetzt etwa bei 11 *m*.

Werfen wir nun zum Schlusse noch einen Blick auf die Beziehungen zwischen Oberflächen- und Lufttemperatur. Letztere ist im Mittel um nicht weniger als 2·7° kühler als die Wassertemperatur. Das zeigt vorzüglich, wie starke Luftbewegung und Bewölkung auf die Luft in viel höherem Maße abkühlend wirken als auf das Wasser. Selbst zur Zeit der größten Annäherung bleibt die Luft noch um 1·4° kühler als das Wasser, im Maximum (6^h a.) sinkt sie sogar um 4·5° unter dieses herab. Darin, daß die Wassertemperatur bereits seit 12^h m. sinkt, während die Lufttemperatur bis in die Nachmittagsstunden steigt, prägt sich deutlich die Wirkung des von Mittag an rasch zunehmenden Seeganges auf die Oberflächentemperatur aus. Ein Vergleich mit den früher behandelten Stationen läßt erkennen, daß die Unterschiede der Tagesamplitude der Lufttemperatur am Lande und am Meere bei lebhafteren Winden und bedecktem Himmel viel geringer sind als bei schönem Wetter. Betrug die Differenz der beiden Amplituden für Station IV und Triest 3·3° und im Mittel aller drei Stationen noch immer 2·7°, so beträgt sie hier bloß 1·4°. Es ist eben die Amplitude zwar in Triest, nicht aber über dem Wasser wesentlich kleiner geworden. Der Eintritt der Maxima und Media ist wieder wesentlich verspätet.

5. Station XV (Nr. 3 des Juli 1908).

(Vergl. Tabelle XV und Tafel III.)

Position: 45° 32′ 8″ nördlicher Breite; 13° 34′ 12″ östlicher Länge v. Gr. (600 *m* nördlich des Kirchturms von Pirano); Wassertiefe: 33 *m*.

Beobachtungszeit: 1908, 18. Juli 7^h a. m. bis 19. Juli 7^h a. m.

Witterungsverhältnisse: Vom 18. auf den 19. Juli rückt ein Luftdruckminimum vom Golf von Genua gegen die Poebene vor. Unter seinem Einflusse herrschen über der nördlichen Adria am Beobachtungstage südöstliche Winde, die, allmählich an Heftigkeit zunehmend, in Pola bis 51 *m*/sec. Geschwindigkeit erreichen. Gleichzeitig steigt der Luftdruckunterschied zwischen Triest und Korfu bis zum 19./VII. 7^h a. auf 7 *mm*. Die mittlere Bewölkung beträgt 9·4. Infolge heftigen Seeganges und Niederschlages mußten zwischen $10^1/_2{}^h$ p. und $2^1/_2{}^h$ a. alle Beobachtungen unterbleiben. Für die Oberfläche, 5 *m*, 15 *m* und die größeren Tiefen schien eine lineare Interpolation der fehlenden Temperaturwerte zulässig. Auch die nach dem Gefühle ergänzten Temperaturen für 10 und 11 *m* dürften sich nicht wesentlich von den stattgehabten Werten entfernen. Dagegen wurde auf eine Vervollständigung der Salzgehaltskurven verzichtet, da hier die Gefahr einer fehlerhaften Interpolation zu groß war.

Gezeiten:	Hochwasser: 18./VII. 2^h p. (136 *cm*).	Niedrigwasser:	18./VII. 6^h a. (64 *cm*).
(Pola)	18./VII. 12^h n. (132 *cm*)		18./VII. 7^h p. (117 *cm*).
			19./VII. 7^h a. (80 *cm*).

Reduktion auf den Beobachtungsort + $0·6^h$.

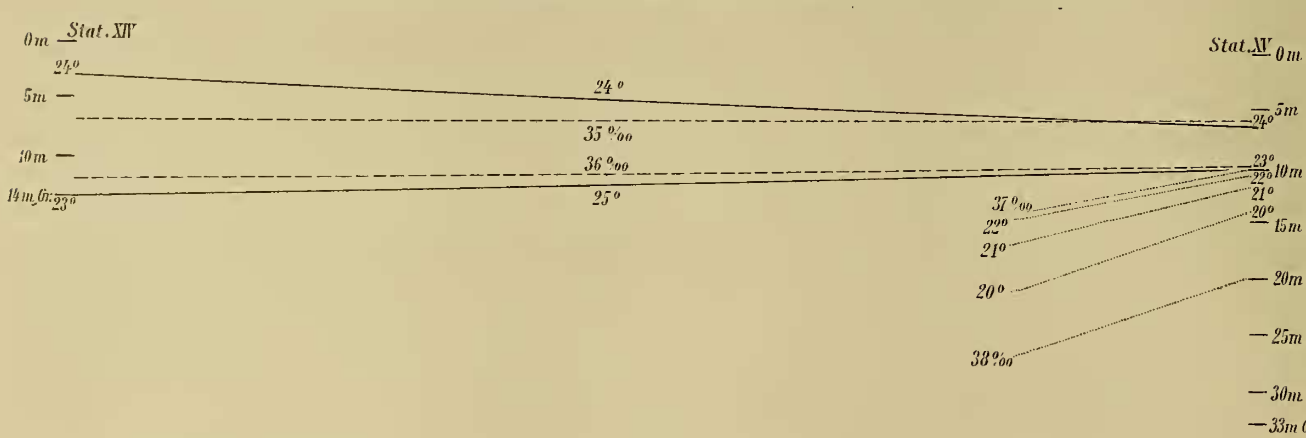
Der Mittelwasserstand stieg in Pola vom 17. auf den 18. Juli um 17 *cm*, vom 18. auf den 19. Juli noch um 7 *cm*.

Die Verhältnisse an dieser Station stehen ganz unter dem Zeichen trüben, stürmischen Wetters. Der Nordsturm vom 16. auf den 17. Juli trieb so viel Wasser aus den nördlichen Teilen des Golfes bis an die istrische Küste, daß die großen normalen Oberflächen Differenzen zwischen dem in den Golf eintretenden salzreichen, warmen und dem rückkehrenden salzarmen, kälteren Strom (vergl. p. 29, Anm.) fast gänzlich verwischt wurden und hier bei Pirano kaum ein höherer Salzgehalt als vor Grado herrschte. Ein Vergleich der beiden Stationen (XIV und XV) zeigt eine vollständige Bestätigung der von E. M. Wedderburn[1] aufgestellten, durch Experiment und Beispiele gestützten Sätze über die Einwirkung konstanter Winde auf die Ausbildung der Sprungschichte. Nach ihm wird durch einen über ein Wasserbecken hinstreichenden Wind an der Luvseite die Sprungschichte verschärft, indem dort Oberflächenwasser aufgestaut wird, so daß oberhalb der Sprungschichte eine abwärts, unterhalb derselben eine aufwärts gerichtete Vertikalzirkulation[2] entsteht. Dadurch wird aber die Schichtung an der Sprungschichte verschärft, in der Ober- und Unterschichte vermindert. Ganz die entgegengesetzte Wirkung hat der Wind an der Leeseite. Hier erzeugt er oberhalb der Sprungschichte eine gegen die Oberfläche, unterhalb eine gegen den Boden

Tabelle 14. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station XV** (Nr. 3, Juli 1808).

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in $^0/_{00}$				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max.	Min,	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*			
0—5 *m*	—0·07	—0·01	±0·0	—0·1	0·04	0·04	0·01	0·39	—0·09	0·08
5—10 *m*	1·13	0·23	2·0	0·2	0·33	1·22	0·24	1·59	1·00	0·14
10—11 *m*	1·81	1·81	2·7	0·9	0·39	0·91	0·91	1·64	0·04	0·35
11—15 *m*	1·72	0·43	3·0	0·4	0·57	0·89	0·22	1·80	0·29	0·40
15—20 *m*	0·13	0·03	0·3	±0·0	0·09	0·05	0·01	0·14	—0·05	0·05
20—33 *m* Gr.	0·22	0·02	0·4	±0·0	0·07	—0·01	±0·00	0·18	—0·17	0·08
0—10 *m*	1·06	0·11	1·9	0·1	0·34	1·26	0·13	1·54	1·03	0·15
10—15 *m*	3·53	0·71	4·5	2·9	0·37	1·80	0·36	2·16	1·43	0·22
10—20 *m*	3·66	0·37	4·5	3·1	0·36	1·85	0·19	2·28	1·42	0·23

Die Temperatur- und Salzgehaltsflächen zwischen Station XIV und XV.



gerichtete Vertikalzirkulation, wodurch hier die Ausprägung der Sprungschichte gemildert wird. Das Endresultat wird sein, daß die Temperaturflächen gegen die Luvseite konvergieren. Das trifft nun, wie ein Vergleich der Tabellen 11 und 14 und ein Blick auf das beigegebene Diagramm zeigt, bei unseren beiden

[1] An Experimental Investigation etc.

[2] Vgl. die Ausführungen, p. 20.

Stationen ausgezeichnet zu. Viel schärfer als bei Grado, wenn man dort überhaupt von einer Sprungschichte reden kann, ist hier die Sprungschichte entwickelt. Man kann sie unter Benützung der in jeder vierten Stunde angestellten Beobachtungen in 8, 9, 12 und 13 *m* Tiefe sehr gut abgrenzen. Die Mittel aus diesen Beobachtungen können ohne weiteres mit den aus stündlichen Beobachtungen gewonnenen Mitteln der übrigen Tiefen verglichen werden, da sie nur unbedeutend von wahren Mitteln abweichen.[1] Während die Temperatur von der Oberfläche bis 8 *m* bloß um 0·27°, und von 15 bis 33° nur um 0·35° abnimmt, fällt sie zwischen 8 und 15 *m* um 4·32°, wovon 1·81° auf die Abnahme zwischen 10 und 11 *m* entfallen. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Salzgehalt. Zwischen 0 und 5 *m* und von 15 *m* bis zum Grund breitet sich je eine homohaline Schichte aus, dazwischen (5 bis 15 *m*) aber nimmt der Salzgehalt um 1·37‰ und bloß von 10 bis 11 *m* um 0·91‰ zu. Da nun während der ganzen Beobachtungszeit heftige südöstliche, für unseren Beobachtungspunkt also ablandige Winde herrschen, so muß man erwarten, daß die Ausprägung der Schichtung im Laufe der 24 Stunden wieder schwächer wird. Und das ergibt sich in der Tat bei einem Vergleich der Temperaturwerte zu Beginn und am Schlusse der Beobachtung. Von der Oberfläche bis zu 8 *m*, also oberhalb der Sprungschichte, sind alle Temperaturen gefallen, unterhalb aber alle gestiegen. Die Veränderungen sind am größten nahe der Sprungschichte, wo sich der Temperaturunterschied zwischen 10 und 11 *m* um zirka 1·0° vermindert. Ebenso fällt die Salzgehaltsdifferenz hier um 0·70‰. In größerer Tiefe läßt sich allerdings keine Salzgehaltsabnahme nachweisen. Das ließe sich vielleicht damit erklären, daß infolge des großen Luftdrucküberschusses über der südlichen Adria und der andauernden südöstlichen Winde in der Tiefe eine nicht unbeträchtliche Einfuhr salzreicheren Wassers stattgefunden haben dürfte.[2]

Wir finden hier die aus Experimenten hergeleiteten Ergebnisse von E. M. Wedderburn und J. Sandström über die Strömungssystemei n einer geschichteten Wassermasse bestätigt. Vergleichen wir die Verhältnisse an diesen und den vorher behandelten Stationen, so ergibt sich, daß ein mehrfaches Zirkulationssystem dann zur deutlichen Entwicklung gelangt, wenn jede der übereinanderlagernden Wassermassen eine nahezu homodense Schichte vorstellt. Es wird daher ein konstant wehender Wind ein solches Strömungssystem besonders dann hervorrufen, wenn schon vorher eine Zeit stärkerer Luftbewegung war, die zur Bildung einer gleichförmigen Deckschichte und einer scharfen Sprungschichte führte. Solche Verhältnisse (in sich homogene Schichten) liegen auch den Experimenten der genannten Forscher zugrunde. Es ist daher auch begreiflich, warum unsere Land- und Seewinde in der Regel kein solches System erzeugten. Denn sie wehen regelmäßig nur in Zeiten schöner Witterung. Diese begünstigt nun allerdings die Entwicklung einer raschen Dichtezunahme mit der Tiefe. Aber die Zunahme beschränkt sich dann nicht wie nach stürmischem Wetter fast ausschließlich auf eine oder zwei Grenzflächen, sondern sie ist, wenn auch nicht gleichmäßig, auf das ganze Tiefenprofil verteilt. Eine Wassermasse mit mehr kontinuierlicher Zunahme scheint sich in bezug auf Windwirkung ähnlich wie eine homogene Wasserschichte zu verhalten.

Wenden wir nun unsere Aufmerksamkeit den Einzelheiten des Temperatur- und Salzgehaltsganges in den verschiedenen Tiefen zu. — Oberfläche und 5 *m* Tiefe zeigen einen außerordentlich einförmigen Verlauf der Temperatur. Fast unmerkbar ist der Temperaturanstieg bis ungefähr 6^h p., worauf mit auffrischendem Südost ein etwas stärkeres Absinken erfolgt, das offenbar nicht nur auf die dargelegte Windwirkung sondern teilweise auch auf Ausstrahlung zurückzuführen ist. Das ersieht man daraus, daß gerade um diese Zeit die Temperatur an der Oberfläche merklich niedriger als in 5 *m* Tiefe ist. Da sie aber überhaupt nur einmal im Laufe der Beobachtung über die Temperatur in 5 *m* Tiefe steigt, so muß während

---

[1] Man erhält als Mittel der Beobachtungen um 8^h 30 a., 12^h 30 p., 4^h 30 p., 8^h 30 p., 4^h 30 a., 7^h 30 a. (bei den zur ganzen Stunde angestellten Beobachtungen wurden die Werte für die halbe Stunde interpoliert) folgende Temperaturen: 0 *m*: 24·14°; 5 *m* 24·18°; 8 *m* 23·87°; 9 *m* 23·26°; 10 *m* 23·14°; 11 *m* 21·39°; 12 *m* 20·94°; 13 *m* 20·35°(?); 15 *m* 19·55°; 20 *m* 19·38°; 33 *m* 19·20°.

[2] Vgl. die Eingangs gemachten Angaben über das Ansteigen des Wasserstandes in Pola.

der ganzen Zeit — wie bei ganz bewölktem Himmel zu erwarten — die Ausstrahlung die Einstrahlung überwiegen. Die Temperaturamplitude ist infolge des kräftigen Seeganges in der ganzen Schichte gleich groß und beträgt bloß 0·5°. Fast ebenso einförmig ist der Temperaturgang unterhalb 13 *m* Tiefe. Außerordentlich bewegt ist dagegen der Gang der Temperatur zwischen 9 und 12 *m* Tiefe, vor allem aber bei 11 *m*. Hier erhebt sich die Temperatur zweimal zu einer solchen Höhe und sinkt dann wieder so tief zurück, daß die Tagesschwankung 3·2°, also den $6^1/_2$ fachen Betrag der Oberflächenschwankung erreicht. Die Temperaturbewegung ist in der ganzen Schichte vollkommen gleichsinnig und der Bewegung des Salzgehaltes, die sich mit abnehmender Amplitude bis zur Oberfläche und zum Grunde verfolgen läßt, genau entgegengesetzt. Die Periode der Erscheinung beträgt 8 bis 10^h, so daß die Heranziehung von Seiches zur Erklärung nicht tunlich ist, da deren Periode für den Golf und die hier gegebenen Dichteverhältnisse, wie oben gezeigt, vier Tage beträgt. Dagegen spricht auch, daß wir diese Wellen, die bisher bei keiner Beobachtung fehlten, hier mit einer ungewöhnlich großen Amplitude entwickelt sehen. Wir würden uns aber hier nahe dem Schwingungsknoten (Linie Salvore-Grado) befinden, ganz abgesehen davon, daß nach Wedderburn eine schon vorhandene stehende Welle durch kräftige Winde sehr gedämpft wird. Aber gerade die ungewöhnliche Entwicklung an dem stürmischen Beobachtungstage beweist, daß eine Beziehung zu den herrschenden Südostwinden vorhanden sein muß. Und das bestätigen auch meine Strömungsbeobachtungen (vergl. Tabelle XV). Diese Südostwinde treiben das Wasser der Oberschichte aus dem Golfe hinaus, aber bei Fallendwasser greift diese Strömung sehr tief, sicher bis 20 *m*. Darunter dringt — wofür ich jedoch keine ganz einwandfreien Beobachtungen besitze — ein durch die Luftdruckverteilung sehr begünstigter Unterstrom ein, der bei Steigendwasser bis zu zirka 11 *m* unter der Oberfläche anschwillt (Strömungsbeobachtungen von 12^h m.). Wir besitzen demnach hier zwei in nahezu entgegengesetzter Richtung sich bewegende Wasserschichten, die gegenüber den normalen Verhältnissen sehr beträchtliche Geschwindigkeiten besitzen müssen. Es sind damit die Bedingungen für die Ausbildung Helmholtz'scher Wellen gegeben. Ebenso wie bei Station V trifft das erste Wellental mit der Flutperiode zusammen, was umso auffälliger ist, als am Tage vor Beginn der Beobachtung schönes ruhiges Wetter herrschte, so daß anzunehmen ist, daß die Wellen erst am Beobachtungstage zur Ausbildung kamen oder mindestens beträchtlich verstärkt wurden. Aber das zweite Wellental fällt bereits näher an Niedrig- als an Hochwasser und man sieht daher, mit welcher Vorsicht man zu Werke gehen muß, wenn man aus solchen gelegentlich beobachteten Koinzidenzen Schlüsse ziehen will. Die vorliegende Beobachtung spricht jedenfalls nicht für besonders innige Beziehungen zu den Gezeiten, obgleich natürlich bei so stürmischem Wetter bedeutende Modifikationen entstehen und die Einwirkungen der Gezeiten gegenüber den oben dargelegten Strömungsverhältnissen zurücktreten können.

Die Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur stehen ebenfalls unter dem Einflusse hoher Bewölkung und stürmischer Winde. Den ganzen Tag über ist die Lufttemperatur niedriger als die Wassertemperatur, im Mittel um 1·9°. Während die Amplitude der letzteren außerordentlich gering ist, ist die Amplitude der Lufttemperatur unverhältnismäßig groß (5·1°) und nicht viel kleiner als in Triest (5·6°). Die stürmischen Winde von 8^h p. an bewirken diese Unterschiede. Da bereits die Sturmnacht vom 16. auf den 17. Juli eine mächtige homotherme Deckschichte geschaffen hatte, konnte der Sturm am Beobachtungstage keine wesentliche Abkühlung der Wasseroberfläche hervorrufen. Anders natürlich in der Luft und so sinkt die Temperatur der Wasseroberfläche von 8^h p. bis 5^h a. bloß um 0·35, die Temperatur der Luft aber um 4·3°.

6. Station VII (Nr. 22 des Oktober 1905).

(Vergl. Tabelle VII.)

Position: 45°25′ 52″ nördlicher Breite; 13°29′ 37″ östlicher Länge v. Gr. (2 *km* westlich des Kirchturms von Umago, nahe bei Station V. — Wassertiefe: 30 *m*.

Beobachtungszeit: 1905, 8. Oktober 7^h a. m. bis 4^h p. m.

Witterungsverhältnisse: Vom 6. bis 8./X. nahm der Luftdruck über der ganzen Adria um 7 bis 8 *mm* zu. Zur Beobachtungszeit selbst war der Luftdruck im Norden nur zirka 4 *mm* niedriger als über der übrigen Adria, daher nachmittags die lebhaften Südwinde einsetzten, die zum Abbrechen der Beobachtung nötigten. Die Bewölkung war fast 10.

Gezeiten: Hochwasser: 6^h a. (47 *cm*). Niedrigwasser: 1^h 30′ p. m. (92 *cm*).
(Triest.)

Reduktion auf den Beobachtungsort: — 25 Minuten.

Diese leider nur 10 Stunden umfassende Beobachtung soll uns nur kurz beschäftigen, zumal infolge zunehmenden Seeganges nur vier Salzgehaltsreihen gewonnen werden konnten.

Interessant ist, wie Tabelle 15 zeigt, ein Vergleich mit den an dieser Stelle anfangs August gewonnenen Temperatur- und Salzgehaltswerten. Die Temperatur hat seit August an der Oberfläche um fast 7° abgenommen. In 20 *m* Tiefe ist aber keine Differenz vorhanden. Durch Seegang, Strömungen, Vertikalzirkulation und unterseeische Wellen ist bei gleichzeitiger Abkühlung der Oberfläche durch Über-

Tabelle 15. **Änderung der Temperatur und des Salzgehaltes an der Westküste Istriens von August bis Oktober 1905.**

Tiefe	Temperatur		Differenz	Salzgehalt		Differenz
	31./VII. bis 1./VIII.	8./II.		31./VII. bis 1./VIII.	8./II.	
0 *m*	26·4	19·6	−6·8	33·7	36·2	+2·5
5 *m*	25·2	19·7	−5·5	36·2	36·2	±0·0
10 *m*	24·2	19·6	−4·6	37·7	36·4	−1·3
15 *m*	22·4	19·6	−2·8	37·6	36·3	−1·3
20 *m*	20·0	20·0	±0·0	38·1	37·1	−1·0
30—37 *m* Gr.	19·7	19·5	−0·2	38·2	37·7	−0·5

wiegen der Ausstrahlung allmählich eine homotherme und homohaline über 15 *m* hinabreichende Deckschichte entstanden, deren Temperatur nun auch durch Konvektionsströmungen erniedrigt werden kann.

Daß an dieser Ausgleichung in erster Linie Mischung der Wasserschichten Schuld ist, zeigt sowohl die rasche Abnahme der Temperaturdifferenzen zwischen August und Oktober in der Tiefe der sommerlichen Sprungschichte (15 *m*) als auch die Zunahme des Salzgehaltes an der Oberfläche und die Abnahme in der Tiefe. Wir sehen also immer wieder, daß Bewegungsvorgänge der mannigfaltigsten Art für die Verteilung der Wärme innerhalb der Wassermasse maßgebend sind und daneben Leitung, Einstrahlung und Ausstrahlung eine verschwindende Rolle spielen. Da in 20 *m* Tiefe die Temperatur seit August nicht gesunken ist, muß die Temperaturabnahme am Grund ebenfalls durch Bewegungs vorgänge erklärt werden. Der in der Tiefe vordringende Küstenstrom bringt ebenfalls bereits etwas kühleres und infolge der Herbstregen über der südlichen Adria auch bedeutend salzärmeres Wasser. Die gegenüber 10 *m* und der Oberfläche etwas höhere Temperatur in 5 *m* Tiefe deutet auf vermehrte Wärmezufuhr in einer der Beobachtung vorausgehenden Periode schöner Witterung. Auffallend, aber für mich nicht erklärbar, ist die in beiden Beobachtungen wahrnehmbare schwache Salzgehaltsabnahme in 15 *m* Tiefe.

Überraschend ist der Gang des Salzgehaltes. Nahezu parallel sind die Änderungen an der Oberfläche, in 15 *m* Tiefe und am Grund (30 *m*). Ihnen entgegengesetzt aber untereinander gleichsinnig sind die Änderungen in 5 bis 10 und 20 *m*.[1] Man müßte zur Erklärung eine ganze Reihe von Strömungs-

[1] Am deutlichsten ausgesprochen sind sie in der Tiefe, wo die Salzgehaltsdifferenzen am größten sind. In der Temperatur sind sie dagegen infolge der geringen vertikalen Unterschiede nicht sicher nachweisbar.

systemen oder unterseeischen Wellen heranziehen, deren Auftreten bei den geringen Dichteunterschieden umso auffallender wäre. So haben zum Beispiel die Schwankungen an der Oberfläche und in 5 *m* Tiefe entgegengesetzte Tendenz, obwohl gar kein Dichtungsunterschied in dieser Schichte existiert. Andrerseits sinkt in 5 und 10 *m* Tiefe um 9^h vormittags der Salzgehalt sogar unter den der Oberflächehinab, wofür die Annahme eines Zirkulations- und Wellensystems überhaupt nicht mehr ausreicht. Es scheint mir aber die Zahl der Beobachtungen zu gering, um bei diesen schwer erklärbaren Erscheinungen noch länger zu verweilen.

Es soll nur noch darauf hingewiesen werden, daß die Lufttemperatur, trotzdem die Beobachtung größtenteils auf die wärmere Tageszeit entfällt, um 4·3° kühler als die Wasseroberfläche ist, und zwar sowohl infolge der rascheren herbstlichen Abkühlung der Luft gegenüber dem Meere als auch, wie wir schon früher gesehen haben, infolge der starken Bewölkung. 8^h a. betrug die Differenz sogar 5·4 — in diesem Falle trotz der hohen Bewölkung der vorausgegangenen Nacht.

7. Station VIII (Nr. 12 des Jänner 1906).

(Vergl. Tabelle VIII.)

Position: 45° 32′ 20″ nördlicher Breite; 13° 34′ östlicher Länge v. Gr. (1000 *m* nördlich des Kirchturms von Pirano); Wassertiefe 24·5 *m*.

Beobachtungszeit: 1906, 4. Jänner 7^h a. m. bis 7^h p. m.

Witterungsverhältnisse: Über der Adria herrscht gleichmäßiger, hoher Luftdruck. Es sind Land- und Seewind, aber nur ganz schwach, entwickelt. Die Bewölkung ist während der ganzen Beobachtungszeit 10.

Gezeiten: Niedrigwasser 12^h m. (80 *cm*). Die Differenz gegen Hochwasser beträgt 45 *cm*. (Pola.)

Reduktion auf den Beobachtungsort + $0·6^h$.

Mit dieser Beobachtung beginnen wir die Betrachtung winterlicher Verhältnisse. Bereits im Herbst machte sich infolge durchgreifender Mischung der Wassermassen eine so bedeutende Abschwächung der Salzgehaltsschichtung bemerkbar, daß bei Umago die Differenz zwischen Oberfläche und Grund von 4·5‰ anfangs August, auf 1·5‰ anfangs Oktober fiel. Dabei trat zugleich infolge der herbstlichen Regengüsse eine Verminderung des Salzgehaltes überhaupt ein. Während ersterer Prozeß sich im Laufe des Winters fortsetzt, so daß obige Differenz bei Pirano anfangs Jänner 1905 auf 0·25‰ (vergl. Tabelle 16) und anfangs Februar (Station XII) sogar auf 0·14‰ sank (Tabelle 17), nimmt dagegen in dieser Jahreszeit der Salzgehalt wieder zu, da die Niederschläge über der Adria nur sehr gering sind und der Wasser-

Tabelle 16. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station VIII** (Nr. 12, Jänner 1906).

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in ‰				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*			
0—5 *m*	0·05	0·01	0·12	0·02	0·03	—0·05	—0·01	0·06	—0·11	0·05
5—10 *m*	—0·03	—0·01	0·12	—0·10	0·05	±0·00	±0·00	0·07	—0·07	0·04
10—17·5	0·06	0·01	0·15	—0·02	0·04	0·15	0·01	0·23	0·05	0·05
17·5—24·5 *m* Gr.	0·03	0·005	0·24	—0·12	0·08	0·10	0·01	0·18	0·01	0·05
0—10 *m*	0·03	±0·00	0·14	—0·04	0·05	—0·05	—0·005	0·13	—0·09	0·03
10 *m* — Gr.	0·08	0·005	0·24	—0·06	0·09	0·25	0·02	0·39	0·19	0·06

stand der Alpenflüsse sein Minimum erreicht. Das Bankwasser nimmt nur mehr einen schmalen, nördlichen Küstensaum ein und im südlichen Teil des Golfes tritt das adriatische Wasser an die Oberfläche und erreicht hier im Februar bis über $38^0/_{00}$. Die Verdunstung ist auch im Winter infolge der großen Häufigkeit der trockenen, kräftigen Bora sehr bedeutend,[1] so daß auch dieser Umstand mitwirkt, die Gleichförmigkeit zu erhöhen. Damit ist nahezu völlige Homothermie verbunden, da bei den geringen Dichtenunterschieden sich jede Abkühlung bis zum Boden fühlbar machen kann. Die Temperaturunterschiede in vertikaler Richtung, die im Sommer fast 7° und im Herbste immerhin noch 0·5° betrugen, haben sich im Jänner auf 0·1° vermindert und betragen auch im Februar (XII) nur 0·2°. Dabei sinkt die Temperatur bis in den Februar (7·9°).

Diese Gleichförmigkeit bedingt aber auch einen typischen Gegensatz zum sommerlichen Gang von Temperatur und Salzgehalt. Nur äußerst gering sind die Schwankungen im Laufe des Tages und die Temperaturamplitude erreicht in keiner Tiefe 0·3°, die Salzgehaltsamplitude nicht einmal $0·25^0/_{00}$. Doch scheinen trotz alledem vertikale Bewegungserscheinungen zu existieren. Denn durch die ganze Wassersäule macht sich bis 11^h a. ein Ansteigen, von da ab ein Fallen der Temperatur bemerkbar.[2] Unter Vergleich mit den Salzgehaltswerten, bei denen infolge der geringen Unterschiede die Beobachtungsfehler schon sehr störend wirken, gelangt man zum Eindrucke, daß die Bewegungen in der Tiefe (10 *m*-Grund) im entgegengesetzten Sinne wie in der Oberschichte von statten gehen und daß in der ersten Hälfte der Beobachtung die Bewegung in der Oberschichte nach aufwärts, in der zweiten Hälfte (ab 11 bis 12^h) abwärts gerichtet ist. Diese Erscheinungen könnten mit dem geringen Dichtesprung bei 10 *m* Tiefe und den Winden in Zusammenhang gebracht werden, doch sollen in Anbetracht der Unsicherheit der Salzgehaltsabweichungen und der Kürze der Beobachtungen keine weiteren Schlüsse gezogen werden.

Interessant ist noch ein Blick auf die Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur. Die Lufttemperatur liegt 3·9° unter der Wassertemperatur und in bloß 2 *m* Höhe steigert sich dieser Unterschied bereits auf 4·2°. Darin sowie in dem Umstande, daß die Amplitude unmittelbar oberhalb der Wasseroberfläche nur 0·8, in 2 *m* Höhe aber bereits 1·2 beträgt, zeigt sich deutlich der winterlich erwärmende und ausgleichende Einfluß des Meeres.

8. Station XII (Nr. 3 des Februar 1908).

(Vergl. Tabelle XII.)

Position: 45° 32′ 20″ nördlicher Breite; 13° 34′ östlicher Länge v. Gr. (1000 *m* nördlich des Kirchturms von Pirano); Wassertiefe 24·5 *m*.

Beobachtungszeit: 1908, 8. Februar 7^h a. m. bis 9. Februar 7^h a. m.

Witterungsverhältnisse: Am 8. Februar morgens liegt ein sekundäres Luftdruckminimum über dem Nordwestbecken des Mittelmeeres, das bis zum Morgen des 9. Februar bis in die nördliche Adria vorgerückt ist. Daraus erklärt sich, daß am 8./II. bis 3^h p. am Beobachtungsorte östliche Winde auftreten und diese dann bis 10^h p. nach West drehen. Doch sind diese Winde infolge des geringen Gradienten nur schwach. Der Wasserstand steigt in Pola im Tagesmittel um 4 *cm*. Die Bewölkung beträgt 5·5.

Gezeiten: Hochwasser: 8./II. 12^h m. (74 *cm*). Niedrigwasser: 8./II. $8^1/_2{}^h$ a. (72 *cm*).
» 9./II. 2^h a. (105 *cm*) » 8./II. 6^h p. (63 *cm*).
(Pola.)

Reduktion auf den Beobachtungsort + $0·6^h$.

---

[1] E. Mazelle, Verdunstung des Meerwassers und des Süßwassers. Sitzb. kais. Akad. Wiss., Wien, mathem.-naturw. Kl., Abt. II*a*, Bd. CXVII (1898).

[2] Die Abweichung der ganzen Wassersäule von ihrer Mitteltemperatur beträgt 7^h a.: — 0·05°, 11^h a.: + 0·11°, 7^h p. —0·09°.

Schon bei der Besprechung der vorhergehenden Beobachtung wurde erwähnt, daß die vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsdifferenzen auch an dieser Februarstation sehr gering seien. Doch bieten sie manche interessante Erscheinung. Bei Beginn der Beobachtung herrschte als Ergebnis einer wolkenlosen Nacht volle Homothermie. Mit wachsendem Tage beginnt die Temperatur an der Oberfläche in Anbetracht

Tabelle 17. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station XII** (Nr. 3, Februar 1908).

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in $^0/_{00}$				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefen-intervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefen-intervalle	pro *m*			
0—10 *m*	0·16	0·015	0·92	—0·31	0·30	0·09	0·01	0·31	—0·23	0·12
10—24·5 *m* Gr.	0·07	0·005	0·24	—0·03	0·06	0·04	±0·00	0·55	—0·27	0·11

der teilweisen Verschleierung der tiefstehenden Sonne relativ rasch zu steigen (um 1° von 8^h a. bis 4^h p.), erreicht um 4^h p. das Maximum und die Schichtung ist von 8^h a. bis $9^1/_2{}^h$ p. anotherm. Dann aber sinkt die Oberflächentemperatur infolge nächtlicher Ausstrahlung trotz hoher Bewölkung selbst unter die Temperatur des Bodenwassers herab und die Schichtung wird mesotherm. Der Salzgehalt, bei dem wir uns im Hinblick auf die allerdings nicht großen aber unregelmäßigen Schwankungen in den einzelnen Tiefen auf eine Besprechung des Mittelwertes für die ganze Wassermasse beschränken, nimmt im allgemeinen im Laufe der Beobachtung ab, und zwar von 8^h a. bis 3^h a. um 0·25$^0/_{00}$. Es steht dies offenbar in Beziehung zu den Strömungsverhältnissen. Denn wie meine, allerdings mit wenigen Ausnahmen auf 10 *m* Tiefe beschränkten Strömungsbeobachtungen zeigen, besteht während des größten Teiles der Beobachtungszeit eine, zeitweise sogar sehr lebhafte, aus dem Golfe hinaus (genau Nord 248°) gerichtete

Tabelle 18. **Abweichung der Stundenwerte des Salzgehaltes vom Tagesmittel. Stat. XII.**

7^h a.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	
+0·07	+·12	+·135	+·09	+·09	+·14	+·09	+·065	+·045	—·08	±·00	—·04	
7^h p.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h
—·015	+·06	—·05	—·04	—·01	—·09	—·07	—·05	—·10	—·10	—·10	—·07	—·05

Strömung, die nur während des Anstieges zur Hauptflut durch mehrere Stunden (10^h p. bis 1^h a.) durch eine östlichsetzende Wasserbewegung unterbrochen ist.

Im einzelnen zeigen Temperatur- und Salzgehaltsgang manche Beziehungen zu den Windverhältnissen, die besonders während der beiden Landwindperioden gut verfolgbar sind. Die erste Periode setzt vor 5^h p. ein und damit beginnt die Temperatur der stark aber seicht angewärmten Oberfläche rasch zu fallen (in 2 Stunden um 0·64°); aber auch in 10 *m* Tiefe und am Grund sinkt die Temperatur beim Auffrischen des Landwindes um 8^h p. während der allgemeine Abfall des Salzgehaltes während dieser Zeit fast ganz gehemmt erscheint. Noch deutlicher machen sich die mit dem Landwinde verbundenen Auftriebserscheinungen in der zweiten Periode, die lebhaftere Winde auszeichnen, geltend. Um 4^h a. tritt Südwind ein und gleichzeitig hebt sich die durch Ausstrahlung erkaltete Oberflächentemperatur um 0·3° (3^h a. bis 4^h a.). Aber selbst die Temperatur in 10 *m* steigt noch, denn die wärmste Schichte liegt offenbar um diese Tageszeit noch tiefer, und nur die Temperatur des Grundwassers sinkt jetzt bei Landwind, da nur sie (in

den tieferen Partien des Golfes) von kälterem Wasser unterlagert ist. In derselben Zeit steigt dagegen, wie zu erwarten, der Salzgehalt der Wassersäule. Die erste Seewindperiode führt eine deutliche Erhöhung der Temperatur herbei, während ein Sinken des Salzgehaltes nicht nachweisbar ist. Daß der starke Temperaturanstieg in 10 *m* Tiefe von 8^h bis 11^h a. (0·3°) nicht auf Sonnenstrahlung zurückzuführen sei, ergibt sich in Bestätigung unserer früheren Ergebnisse aus den um 4^h p., zur Zeit des Temperaturmaximums an der Oberfläche, angestellten Temperaturmessungen bis 5 *m* Tiefe (vergl. Tabelle XII). Darnach beträgt der Temperaturanstieg seit 8^h a. an der Oberfläche 1·1°, in 0·5 *m* 0·8°, in 1 *m* 0·5° und in 5 *m* 0·3°, so daß es also nicht möglich ist, daß in 10 *m* derselbe Betrag, der überdies größtenteils durch Windwirkung verursacht ist, bereits um 11^h a. erreicht wird. In der zweiten Seewindperiode (10^h p. bis 3^h a.) fällt der Salzgehalt und steigt die Temperatur mit Ausnahme der Oberfläche, da dadurch die weitere Ausstrahlung nicht beeinträchtigt wird. Aber immerhin ist unter solchen Umständen der Temperaturanstieg in 10 *m* Tiefe nur erklärlich, wenn man annimmt, daß die wärmste Schichte noch zwischen 0 *m* und 10 *m* liegt und erst gegen Beginn des Landwindes durch Tiefergreifen der Konvektion unter 10 *m* hinabsinkt. Vielleicht ließe sich unter Bezugnahme auf das Gezeitenphänomen der Temperatur- und Salzgehaltsgang dieser Stunden befriedigender erklären.

Die Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur sind, in Anbetracht der Jahreszeit, nicht ganz normal, denn die Luft ist im Mittel bloß um 0·4° kühler als das Wasser. Die Ursache liegt einerseits in der relativ kräftigen Sonnenwirkung in den Nachmittagsstunden, so daß nicht nur die Amplitude der Wassertemperatur einen verhältnismäßig hohen Wert aufweist (1·3° gegenüber 2·8° für die Luft) sondern sich die Luft zwischen $2^1/_2{}^h$ p. bis $7^1/_2{}^h$ p. sogar etwas über die Wasssertemperatur erhebt, andrerseits in dem Auftreten südlicher Winde, welche die Temperatur der Luft erhöhen, während gleichzeitig eine starke nächtliche Bewölkung sie vor Ausstrahlung schützt.

9. Station IX (Nr. 8 des März 1906).

(Vergl. Tabelle IX.)

Position: 45° 32′ 20″ nördlicher Breite, 13° 34′ 20″ östlicher Länge v. Gr. (1000 *m* nördlich des Kirchturms von Pirano), Wassertiefe 27 *m*.

Beobachtungszeit: 1906, 15./III. 7^h a. m. bis 16./III. 7^h a. m.

Witterungsverhältnisse: Der Luftdruck ist über der Adria hoch, ziemlich gleichmäßig verteilt und steigt während der Beobachtungszeit um zirka 3 *mm*. Dementsprechend zeigt die Beobachtung viele Windstillen und der Wasserstand in der Adria sinkt (vom 12. bis 16./III. in Pola um 24 *cm*). Die Bewölkung ist gering.

Gezeiten:	Hochwasser:	15./III. 2^h p. (101 *cm*).	Niedrigwasser:	15./III. 6^h a. (55 *cm*).
	»	15./III. 11^h p. (102 *cm*).	»	15./III. $5^1/_2{}^h$ p. (93 *cm*).
			»	16./III. $6^1/_2{}^h$ a. (68 *cm*).
(Pola.)				

Reduktion auf den Beobachtungsort: $+0·6^h$.

Das herannahende Frühjahr macht sich in unserer Beobachtung noch nicht geltend. Vergleicht man sie mit Beobachtungen vom Jahresbeginn, so zeigt sich ein nur unbedeutendes Fallen des Salzgehaltes und in der Temperatur sogar ein Sinken um fast 1°. Und ebenso ist die vertikale Verteilung (Tabelle 19) noch sehr gleichförmig. Von der Oberfläche bis zum Grunde nimmt die Temperatur nur um 0·33° ab und steigt der Salzgehalt bloß um 0·39‰.

Die Wassersäule unterhalb 20 *m* ist homotherm und homohalin. Diese Beobachtung aus der Mitte des März repräsentiert also typische Winterverhältnisse. Obwohl daher auch die Veränderungen innerhalb eines Tages nur kleine Amplituden haben (Tabelle IX), so lassen sich doch eine ganze Reihe interessanter Vorgänge nachweisen.

Tabelle 19. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station IX** (Nr. 8, März 1906).

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in $^0/_{00}$				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*			
0—10 *m*	0·09	0·01	0·34	—0·20	0·10	0·24	0·02	0·63	0·06	0·10
10—15 *m*	0·13	0·03	0·32	0·02	0·06	—	—	—	—	—
15—20 *m*	0·10	0·02	0·16	0·04	0·03	—	—	—	—	—
20—28 *m* Gr.	0·00	0·00	0·16	—0·11	0·05	0·03	0·005	0·31	—0·15	0·10
10—20 *m*	0·23	0·02	0·46	0·02	0·08	0·13	0·01	0·38	—0·02	0·09

Die Oberflächentemperatur, die ihr Maximum um 3^h p. und ihr Minimum zwischen 5^h und 6^h a erreicht, steht vorwiegend unter dem Einflusse der Ein- und Ausstrahlung. Letztere bewirkt, daß be: Beobachtungsbeginn nach einer sternklaren Nacht mesotherme Schichtung eingetreten und die Temperatur an der Oberfläche ebenso kühl wie am Grunde ist. In der folgenden Nacht schützt dagegen steigende Bewölkung die Oberfläche vor so starker Erkaltung und die Schichtung wird, wenigstens in bezug auf die Messungen in 10 *m* Tiefe, homotherm. Verlockend scheint es auch, den starken Temperaturanstieg in 10 *m* Tiefe von 9^h a. an durch Einstrahlung zu erklären, wie es für gleiche Tiefen ja oft geschehen ist Doch wir haben gesehen, daß die Wirkung der Einstrahlung schon in geringeren Tiefen ganz unbedeutend wird und glauben diese beträchtliche Erhöhung durch einen Summationseffekt von anderen Vorgängen erklären zu können.

Bilden wir zu diesem Zwecke aus den von der Sonnenstrahlung keinesfalls mehr beeinflußten Beobachtungen in 15 bis 27 *m*, Stundenmitteln (Tabelle 20) nach der Kombination $(5\,a + 6\,d + 4\,c) : 15$, so ergibt sich, daß die Temperatur dieser Wasserschichte im Laufe des Tages steigt. Die Zunahme von $7/9^h$ a. bis $5/7^h$ p. beträgt 0·12°, in der ganzen Wassersäule sogar 0·15°. Ein Vergleich derselben Werte

Tabelle 20. **Abweichung der Stundenmittel der Temperatur und des Salzgehaltes vom Tagesmittel. Stat. IX.**

7^h a.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	
Temperatur												
—·013	—·085	—·054	—·047	—·029	+·021	+·007	—·015	+·007	+·025	+·011	—·019	
Salzgehalt												
—·087		+·063		—·027		+·230		+·100		—·030		

7^h p.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h
Temperatur												
—·032	—·018	—·005	—·038	+·007	—·000	+·018	+·025	+·037	+·026	+·047	+·090	+·090
Salzgehalt												
+·080		+·013		—·063		—·080		—·093		—·143		

für den Salzgehalt ergibt eine Abnahme um 0·13 respektive bis 0·09‰. Die Ursache dieser Vorgänge ist offenbar eine durch das Ansteigen des Luftdruckes veranlaßte Seiche. Übereinstimmend damit fällt, wie schon erwähnt, der Wasserspiegel und die Strömung geht in 17 von 24 Beobachtungsstunden golfauswärts, die Zirkulation natürlich abwärts. Es muß daher die Temperatur steigen und der Salzgehalt sinken.

Es lassen sich die Beziehungen zwischen Temperaturgang und Stromrichtung aber noch weiter verfolgen. Dazu müssen wir uns vorher kurz mit den Strömungen selbst beschäftigen. Sie sind Resultierende aus Gezeiten-, Seiches- und Triftströmungen. Die Einwirkung der Gezeiten macht sich darin bemerkbar, daß 1. die golfeinwärtsgerichtete Bewegung stets bei Niedrigwasser eintritt und kräftiger bei der tiefen Frühebbe als bei der schwachen Nachmittagsebbe entwickelt ist. 2. Daß die Strömung am stärksten bei Mittelwasser ist. Die Einwirkung der auswärts gerichteten Seichesbewegung ist daran erkennbar, daß die bei Fallendwasser stromauswärts gerichtete Bewegung intensiver ist, früher beginnt und meist später endet als es nach dem Fortschritte der Gezeiten sein sollte. Daß diese Erscheinung besonders bei der Nachmittagsflut abnorm entwickelt ist, dürfte endlich, abgesehen von der geringen Depression der folgenden Ebbe, darauf zurückzuführen sein, daß von früh bis 4^h p. den nördlichen und östlichen Teil des Golfes kräftige Ost- und Nordostwinde beherrschen, die 2^h p. in Triest eine Geschwindigkeit von 32 *km* pro Stunde erreichen. Die mittlere Richtung des einwärts gerichteten Stroms beträgt in 10 und 15 *m* 115°, die des auswärts gerichteten Stroms in 10 *m* 244°, in 15 *m* 241°. Auch für die übrigen Tiefen scheinen ähnliche Werte zu gelten. Verfolgt man nun den Gang der Temperaturmittel der Tabelle 20 in Beachtung der Stromrichtung, so zeigt es sich, daß die Temperatur bei einlaufendem Strom sinkt, bei auslaufendem steigt, denn ersterer fördert, letzterer hemmt die Seicheströmung. — Wir haben bisher bloß die Tiefenschichten in Betracht gezogen, um jeden Strahlungseinfluß auszuschalten. Betrachten wir aber nun unter den hier entwickelten Gesichtspunkten den Temperaturgang in 10 *m* Tiefe, so können wir auch ihn ohneweiters erklären, ja die Erscheinungen treten hier noch viel schöner entwickelt entgegen, da gerade in dieser Schichte die vertikale Temperaturabnahme am bedeutendsten ist. Der überraschend große Anstieg von $9/10^h$ a. bis 6/7 p. ist demnach ein Summationseffekt des allgemeinen Temperaturanstieges bei konstant golfauswärts gerichteter Strömung, der Wirkung des in den ersten Nachmittagsstunden etwas lebhafteren Seewindes, der ebenfalls eine abwärts gerichtete Zirkulation hervorruft, und vielleicht auch der Wassermischung mit der wärmeren Oberschichte. Der Temperaturabfall von 7^h p. bis 10^h p. ergibt sich aus der einlaufenden Strömung, seine bis zum Grund fühlbare Verstärkung von 9^h bis 10^h p. aus der Kombination mit dem plötzlich kräftig einsetzenden Landwind. Selbst der ganz schwache Temperaturanstieg an der Oberfläche um diese Zeit wird verständlich, wenn man bedenkt, daß infolge der Erkaltung der Oberfläche durch Ausstrahlung die Schichte wärmster Temperatur jetzt nahe unter derselben liegt, so daß die Wellenmischung infolge des Einsetzens des Ost eine Temperaturerhöhung der Oberfläche herbeiführen muß. Da aber der Landwind rasch abflaut, der Strom wieder westwärts dreht, so muß die Temperatur der Wassersäule wieder zu steigen beginnen, mit Ausnahme der Oberfläche, wo die Ausstrahlung überwiegt. Leider lassen die Salzgehaltwerte keine so weitgehende Analyse zu. Es ist eben die Aräometrierung in Anbetracht der geringen Unterschiede eine zu rohe Methode, um so genaue Resultate zu liefern, als es für diesen Zweck nötig wäre.

Die Lufttemperatur ist im Tagesmittel um 0·65° niedriger als die Wassertemperatur, trotzdem doch im Frühjahr die Erwärmunfl des Landes der Temperaturzunahme des Meeres voraneilt, und auch am Beobachtungstage von 1^h p bis 7^h p. die Luft wärmer als das Wasser ist und nachts eine starke Bewölkung eine intensivere Abkühlung verhindert. Die Extreme und Media treten wie gewöhnlich viel später als an der Küste ein und die Amplitude ist um 2° kleiner als in Triest (5·7). Dies gilt jedoch nur solange wir den Gang der Lufttemperatur unmittelbar über der Wasseroberfläche im Auge haben. Schon in 2 *m* Höhe ist die Amplitude um 0·8 größer, denn hier sinkt die Temperatur in der Nacht tiefer und steigt in den Nachmittagsstunden höher als direkt über der Wasserfläche. Das läßt abermals ersehen, wie richtig es wäre, für solche Messungen eine einheitliche Höhe über dem Meere festzusetzen.

10. Station VI (Nr. 54 des August 1905).

(Vergl. Tabelle VI und Tafel IV.)

Position: 45° 45′ 38″ nördlicher Breite; 13° 36′ 15″ östlicher Länge v. G. (Golf von Monfalcone, 1250 *m* südlich von Schloß Duino), Wassertiefe 11·5 *m*.

Beobachtungszeit: 1905, 3./VIII. 5^h p. m. bis 4./VIII. 5^h p. m.

Witterungsverhältnisse: Über der ganzen Adria herrscht ziemlich gleichmäßiger hoher Luftdruck, Land- und Seewinde sind daher gut entwickelt, die Bewölkung ist sehr gering.

Gezeiten: Hochwasser: 3./VIII. 11^h p. (60 *cm*). Niedrigwasser: 3./VIII. 5^h p. (123 *cm*).
» 4./VIII. $11^1/_2$ a. (53 *cm*). » 4./VIII. 5^h a. (161 *cm*).
» 4./VIII. 6^h p. (126 *cm*).

(Triest.)

Reduktion auf den Beobachtungsort: zirka + 15 Minuten.

Diese Station liegt 2 *km* südöstlich der Stelle, wo sich der Timavo in den Golf von Molfalcone ergießt und zeigt daher die Verhältnisse im Mündungsgebiet eines Flusses. Es lagern hier (Tabelle 21) drei Wasserschichten übereinander. Zu unterst liegt eine wenig mächtige Schichte adriatischen Wassers, in der Mitte, etwa zwischen 0·2 und 9 *m*, finden wir Bankwasser und an der Oberfläche das mit letzterem noch wenig vermischte Timavowasser. Auf den ersten Blick erscheint damit vielleicht zu viel gesagt, denn

Tabelle 21. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station VI.**

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in ‰				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefen-intervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefen-intervalle	pro *m*			
0—0·5 *m*	—0·53	—1·06	0·7	—3·1	0·71	4·56	9·12	20·15	0·01	4·84
0·5—1·0 *m*	—0·08	—0·16	0·65	—0·9	0·22	2·54	5·08	6·71	—0·11	2·06
1—5 *m*	0·49	0·10	1·0	—0·2	0·33	1·96	0·49	3·13	0·24	0·69
5—9 *m*	1·07	0·27	1·6	0·6	0·19	}				
9—10 *m*	1·13	1·13	1·9	0·0	0·49	2·92	0·44	3·81	1·92	0·34
10—11 *m* Gr.	0·80	0·47	2·1	0·3	0·51	}				
0—1 *m*	—0·62	—0·62	0·85	—3·5	0·85	9·10	7·10	21·08	—0·04	4·90
0—5 *m*	—0·13	—0·03	1·2	—3·4	0·82	7·06	1·81	22·20	1·26	5·05
5—10 *m*	2·22	0·44	3·2	1·1	0·51	0 *m*-Gr.	0 *m*-Gr.	0 *m*-Gr.	0 *m*-Gr.	0 *m*-Gr.
0—10 *m*	2·09	0·21	4·2	—1·15	0·74	11·98	1·02	26·01	4·24	5·04

im Mittel herrscht hier noch ein Salzgehalt von 25·2‰ und eine Temperatur von 26·6°. Aber das erklärt sich daraus, daß wir uns bereits so weit von der Flußmündung befinden, daß die Flußwasserdecke nur unter günstigen Verhältnissen hierher reicht, sonst aber das Bankwasser sich bis an die Oberfläche erstreckt. Flußwasser erscheint zum Beispiel zwischen 7^h p. und 12^h n. und infolgedessen fällt die Oberflächentemperatur im Laufe von 3^h um 2·8°[1], der Salzgehalt in zwei Stunden um 10·4‰. In schwächerem Ausmaße wiederholt sich dies zwischen 4 und 6^h a. und außerordentlich intensiv zwischen 8^h und 11^h a. In dieser Zeit, in der die Temperatur eigentlich ansteigen sollte, fällt sie in einer Stunde (8^h bis 9^h a.) um 3·6°, der Salzgehalt um 21·8‰! Und in 0·5 *m* Tiefe, ja sogar in 0·2 *m* Tiefe ist — wie Temperatur- und Salzgehaltsmessungen um 9^h a. und 9^h p. beweisen — von diesen Vorgängen fast nichts mehr zu merken. Es beschränkt sich daher die kalte Süßwasserdecke nur auf eine ganz seichte Oberflächenschichte und eine thermische Wirkung auf die Unterlage tritt nicht ein, da infolge der großen Dichtedifferenzen

[1] Der Timavo führt kaltes Karstwasser, das im Sommer nicht viel über 13° erreicht.

Konvektion ausgeschlossen ist. Die Oberfläche ist demnach noch mehr durch die riesigen Schwankungen als durch die mittlere Höhe der Temperatur und des Salzgehaltes gekennzeichnet.

Diese intermittierende Ausbreitung des Timavowassers läßt sich nun nicht unmittelbar, wie man wohl leicht geneigt wäre anzunehmen, mit Flut und Ebbe in Beziehung bringen. Denn es fällt bloß der schwache Abfall von Temperatur und Salzgehalt zwischen 4^h und 6^h a. auf die tiefe Frühebbe, von den beiden anderen Süßwasserinvasionen die erste größtenteils, die zweite zur Hälfte auf Steigendwasser. Dagegen scheint eine enge Beziehung zu den Winden zu existieren, die überhaupt für die Temperatur- und Salzgehaltsänderungen an dieser Station von großer Bedeutung sind. Das Süßwasser scheint sich nämlich dann auszubreiten, wenn entweder ein leichter Wind sein Abströmen unterstützt, wie zum Beispiel der Nordwest von 8^h a. an, oder wenn wenigstens kein Gegenwind weht, wie in der Zeit der Windstille ab 7^h p.[1] Dagegen engt sich sein Ausbreitungsgebiet ein, wenn es durch Gegenwinde aufgestaut wird (5^h bis 6^h p., 1^h bis 5^h p.). Diese Wirkungen mögen nun durch die Gezeiten verstärkt oder abgeschwächt werden, worauf besonders der rasche Temperatur- und Salzgehaltsanstieg von 9^h a. bei Fortdauer der Nordwestwinde deutet, aber bestimmend sind die Gezeiten nicht. Aber auch während der Herrschaft der sehr kräftig ausgebildeten nächtlichen Landwinde ist das Timavowasser am Beobachtungsorte nicht nachweisbar, und zwar nicht nur deswegen, weil sie die Timavoströmung vom Beobachtungsgebiete abtreiben, sondern weil sie Wassermischung durch Seegang und vor allem eine aufwärts gerichtete Vertikalzirkulation erzeugen. Letztere muß sich in der obersten Wasserschichte, wo — selbst von der zeitweiligen Ausbreitung der Flußwasserdecke abgesehen — außerordentlich große vertikale Salzgehaltsunterschiede bestehen, durch ein starkes Ansteigen des Salzgehaltes bemerkbar machen. Und in der Tat ist der Salzgehalt an der Oberfläche während des Landwindes (11^h p. bis 7^h a.) um $5 \cdot 8^0/_{00}$ größer als im Mittel, und die negative Abweichung während der übrigen Zeit beträgt $4 \cdot 4^0/_{00}$. Selbst wenn wir die Beobachtungen ausschalten, die auf die oben angegebenen Zeiten kräftiger Süßwasserzufuhr entfallen und nur die Periode des kräftigen Landwindes (Ost) mit derjenigen des lebhaften Seewindes (Südwest) vergleichen, so bleibt die Differenz beider Perioden $6 \cdot 55^0/_{00}$. Dieser enorme Betrag beleuchtet klar die große Bedeutung der Zirkulationsströmungen bei bedeutenden vertikalen Salzgehalts- (und Temperatur)unterschieden. Denn während des Seewindes wirkt Seegang und Triftströmung der Zirkulation entgegen und trotzdem bleibt der Salzgehalt weit hinter jenem der Nacht zurück. Für $0 \cdot 5\,m$ Tiefe beträgt dieser Unterschied noch $3 \cdot 95^0/_{00}$, in $1\,m$ nur $0 \cdot 08^0/_{00}$, steigt aber dann in $5\,m$ wieder auf $0 \cdot 40^0/_{00}$ und am Grunde sogar auf $0 \cdot 60^0/_{00}$ und beläuft sich im Mittel der ganzen Wassermasse (vergl. Tabelle 22) auf $0 \cdot 65^0/_{00}$. Die Änderungen mit der Tiefe erklären sich aus der Salzgehaltsschichtung. Wo sich der Salzgehalt rasch ändert, muß die Wirkung der Vertikalzirkulation groß sein. Dies ist nun der Fall an der Grenze der drei Wasserschichten, und dort treffen wir auch die starken Wirkungen der Zirkulation.

Der Temperaturunterschied beider Perioden beträgt für die ganze Wassersäule nur $0 \cdot 15°$, ist also relativ gering. Dies hängt damit zusammen, daß die vertikale Temperaturschichtung ganz anders als die Salzgehaltsschichtung ausgebildet ist. Sie ist nicht nur trotz des schönen Wetters außerordentlich klein — beträgt doch die Abnahme bis zum Grunde nur $2 \cdot 9°$ — sondern auch ganz anders auf das Tiefenprofil verteilt. Ein starker Abfall ist nur zwischen 9 und $10\,m$ ($1 \cdot 13°$) zu finden, wo also offenbar die obere Grenze des adriatischen Wassers zu suchen ist. Ferner findet man die höchste Mitteltemperatur nicht an der Oberfläche, denn hier tritt ja zeitweise das kalte Timavowasser auf, sondern in zirka 80 bis $90\,cm$ Tiefe. Dafür sollte man in Anbetracht der großen Dichteunterschiede zwischen $1\,m$ und $5\,m$, der seit längerer Zeit andauernden schönen Witterung und unserer Darlegungen über das geringe Eindringen der Sonnenstrahlung eine rasche Abnahme in dieser Schichte erwarten. Aber sie beträgt nur $0 \cdot 5°$ und eine Temperatur von $26 \cdot 7°$ in $5\,m$ Tiefe muß als außerordentlich hoch bezeichnet werden. Noch eine zweite Tatsache ist sehr auffallend: die rasche Änderung der Temperatur (und Salzgehalts)amplitude

---

[1] Es muß übrigens um diese Zeit ein ganz leiser Luftzug aus nördlicher Richtung geweht haben, denn der Seewind (SW) geht über N in Landwind über und bereits um 7^h p. machte sich am Beobachtungsort Landgeruch bemerkbar.

Tabelle 22. **Eintritt der Extremwasserstände in Grado und Barbana.**

Beobachtung	Wasserstands-extrem	Eintritt in			Verspätung in Barbana gegenüber Grado	
		Grado, reduziert nach		Barbana	reduziert nach	
		Triest	Pola		Triest	Pola
II[l] 17./VII. 1905	HW	10h 25m a. m.	11h a. m.	11h 30m a. m.	1h 05m	0h 30m
X[l] 17./III. 1906	NW	10h 20m a. m.	10h a. m.	10h 30m a. m.	0h 10m ?	0h 30m
	HW	—	2h 30m p. m.	3h 30m p. m.	—	1h 0 m
XI[l] 6. bis 7./II. 1908	NW	6h 15m a. m.	6h 45m a. m.	7h 45m a. m.	1h 30m	1h 0 m
	HW	12h m.	11h 25m a. m.	12h 45m p. m.	0h 45m	1h 20m
	NW	6h 55m p. m.	7h 30m p. m.	8h 30m p. m.	1h 35m	1h 0 m
	HW	1h 20m a. m.	2h 35m a. m.	3h 30m a. m.	2h 10m	0h 55m
XIII[l] 14. bis 15./VII. 1908	HW	10h 50m a. m.	11h 20m a. m.	12h 30m p. m.	1h 40m	1h 10m
	NW	3h 50m p. m.	4h 10m p. m.	5h 15m p. m.	1h 25m	1h 05m
	HW	9h 20m p. m.	9h 35m p. m.	11h 30m p. m.	2h 10m	1h 55m
	NW	4h 50m a. m.	5h 40m a. m.	6h 15 a. m.	1h 25m	0h 35m
Mittel	—	—	—	—	1·4h	1·0h

mit der Tiefe. Sie beträgt an der Oberfläche 4·7°, in 1 *m* 1·4° und in 5 *m* Tiefe nur mehr 0·5°, steigt aber bis zum Grunde wieder auf 2°. Das Wasser in 5 *m* Tiefe hat also nicht nur eine sehr hohe, sondern auch eine sehr konstante Temperatur. Verfolgt man nun seinen Temperaturgang im einzelnen, so bemerkt man, daß das Minimum zu Beginn, das Maximum am Schlusse der Beobachtung liegt, ferner daß, von kleinen regelmäßigen Schwankungen, die wir noch besprechen werden, abgesehen, die Temperatur während der ganzen Nacht vollständig gleich bleibt und der Anstieg fast ausschließlich auf den Nachmittag des zweiten Beobachtungstages, und zwar in die Zeit des Südwestwindes fällt. Die Erklärung all dieser Erscheinungen ergibt sich auf folgende Weise. Die Dichtedifferenzen gegen die Oberfläche sind so bedeutend, daß ähnlich wie bei den ungarischen Kochsalzseen eine nächtliche Auskühlung durch Konvektion gänzlich ausgeschlossen ist.[1] Ausstrahlung und Leitung sind aber zu vernachlässigen. Andrerseits tritt aber auch im Laufe nur eines Tages keine merkbare Erwärmung durch Sonnenstrahlung ein, denn deren Wärmewirkung ist nach unseren bisherigen Ergebnissen innerhalb so kurzer Zeit in dieser Tiefe bereits ganz unbedeutend. Der um 1^h p. beginnende Anstieg ist vielmehr auf die Wirkung des Seewindes zurückzuführen. Das ergibt sich übrigens auch aus unserer Beobachtung. Denn die rasche Temperatursteigerung an der Oberfläche zwischen 11^h und 12^h a., die auf Sonnenstrahlung beruht,[2] tritt bereits in 0·5 *m* Tiefe sehr abgeschwächt auf[3] und in 1 *m* Tiefe beträgt die Steigerung bloß 0·05° Hier und in 5 *m* Tiefe erhebt sich die Temperatur erst mit Eintritt des Seewindes. Die hohe Mitteltemperatur in der Schichte zwischen 0·5 und 5 *m* erklärt sich mithin daraus, daß die Hauptursache der Abkühlung, die nächtliche Konvektion, ausgeschaltet und auch die Ausstrahlung durch die zeitweise Überlagerung mit einer Süßwasserdecke sehr vermindert ist,[3] während infolge der geringen Mächtigkeit der letzteren (unter 0·2 *m*) die Sonnenstrahlung in 0·5 bis 1 *m* noch erwärmend wirken kann, wobei sich ihre Effekte allmählich summieren. Durch die Wirkung des Windes wird dann diese unmittelbar unter der Oberschichte angehäufte Wärme auch in größere Tiefe getragen.

---

[1] Dies gilt nur für 5 *m* Tiefe, während bis zu 1 *m* Tiefe gelegentlich Konvektion möglich ist.

[2] Der Anstieg von 9^h bis 11^h a. beruht auf dem Zurückweichen der Süßwasserdecke.

[3] Man darf nicht die Differenz der Werte von 11^h a. mit 12^h m. vergleichen, da in letzterem Werte sich die Wirkung der Strahlung mit derjenigen einer sehr kräftigen submarinen Welle summiert.

Wir haben bereits erwähnt, daß in 5 *m* Tiefe endlich noch sehr regelmäßig kleine Temperaturschwankungen etwa mit einer Periode von 4^h auftreten. Sie finden sich ferner auch in 1 *m* und mit besonders stattlicher Amplitude in 0·5 *m* Tiefe, da hier die vertikalen Temperaturunterschiede zum Teil sehr große Beträge erreichen. Einzelne Spuren sind aber bis zum Grunde zu verfolgen. Im Salzgehalt treten Schwankungen derselben Periode auf und lassen sich durch alle Tiefen nachweisen, sind aber ebenfalls an der oberen Grenze des Bankwassers am stärksten ausgebildet. Außerdem tritt eine unterseeische Welle von viel größerer Periode (zirka 12^h) und Amplitude an der Grenze des adriatischen und des Bankwassers auf, wie die von 12^h n. an durchgeführten Temperaturbeobachtungen in 10 *m* Tiefe beweisen. Stark gedämpft ist sie auch in 9 *m* Tiefe und am Grunde erkennbar. Hier aber wiegt eine andere Erscheinung noch größerer Periode vor, indem die Temperatur vom Beginn der Beobachtung bis 10^h a., also durch 17^h und zwar um 2° fällt, während der Salzgehalt um 1·8‰ steigt. Weiterhin ist diese Erscheinung, die sich auch in 9 und 10 *m* Tiefe nachweisen läßt, durch das Auftreten der erwähnten großen Grenzwelle gestört.

Drei Wellensysteme verschiedener Periode sind also am Beobachtungstage vorhanden von denen die beiden erstbehandelten eine enge Beziehung zu den Grenzflächen der drei Wasserschichten aufweisen, die aber alle durch die ganze Wassermasse ihre Wirkung, wenn auch bedeutend abgeschwächt, geltend machen und so das verwirrende Bild der Tafel IV hervorrufen. In jeder Wasserschichte sind es aber andere Faktoren, die für den Gang des Salzgehaltes und besonders der Temperatur den Ausschlag geben. An der Oberfläche sind die Winde für die enormen Schwankungen maßgebend, denn sie bringen oder vertreiben die Süßwasserdecke. Für die Mittelschichte (Bankwasser) ist die Unterbindung der Konvektion und Ausstrahlung bestimmend für die geringe Veränderlichkeit der Temperatur, die nur durch das Auftreten von Grenzwellen gegen die Oberschichte etwas erhöht wird. In der Bodenschichte (Adriatisches Wasser) erzeugen dagegen große Grenzwellen gegen das Bankwasser und Seiches wieder bedeutende Tagesschwankungen.

Welches die Ursachen dieser Wellenbildungen in unserem Falle sind, kann natürlich nicht mit Sicherheit angegeben werden. Zur Bildung Helmholtz'scher Wellen wäre jedenfalls reichliche Möglichkeit geboten. Denn unsere Strömungsmessungen ergeben eine in der Regel um 180° verschiedene Richtung der Unterströmung (bereits in 5 *m*), die meist aus Südost kommt, und der Oberflächenströmung, die mit den Winden dreht, aber daneben stets noch eine nördliche Komponente aufweist. Die Temperatur- und Salzgehaltsbewegung am Grund scheint auf einer Seiche zu beruhen und auch für die Grenzwellen zwischen Bank- und adriatischem Wasser könnte man Seiches des Golfs von Monfalcone annehmen. Eine gewisse Beziehung zu den Gezeiten könnte man auch hier erkennen.

Interesse verdienen auch die Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur. Im Mittel ist die Luft (0·1 *m*) um 1·1° kühler als die Wasseroberfläche. Die Differenz ist also für einen heiteren Sommertag außerordentlich groß und beruht auf den eigentümlichen Verhältnissen an unserer Beobachtungsstation. Nachts sinkt die Oberflächentemperatur des Wassers nur wenig, da ja die vom Landwinde erzeugte Vertikalzirkulation an die Oberfläche wärmeres Wasser aus der unterlagernden Schichte heraufbringt, wodurch der Einfluß der Ausstrahlung teilweise kompensiert wird. Die Lufttemperatur sinkt aber um diese Zeit bis 3° unter die Tnmperatur der Wasseroberfläche, denn wir befinden uns nahe der Karstküste von der der kräftige Landwind die erkalteten Luftmassen herabbringt. Aber trotzdem macht sich der erwärmende Einfluß des Meeres noch deutlich bemerkbar, indem die Temperatur in 0·1 *m* nachts um 0·3° höher als in 2 *m* Höhe über dem Meere ist. Bei Tag aber, wenn der Wind von der See kommt, schließt sich die Lufttemperatur enge an die Wassertemperatur an und selbst in den Perioden der Ausbreitung der kalten Süßwasserdecke fällt die Lufttemperatur zugleich mit der Wassertemperatur. Diese Koinzidenz beweist, in ausgezeichneter Weise, in welch hohem Maße die Temperatur der Luft von der Temperatur der Unterlage beeinflußt wird. Es ist daher bei der großen Amplitude der Wasseroberfläche (4·7°) begreiflich, daß die Tagesamplitude der Lufttemperatur am Beobachtungsorte (5·3°) nicht viel kleiner als in Triest (6·4°) ist. Ja, legt man die Lufttemperaturen für 2 *m* Höhe dem Vergleiche zugrunde,

so beträgt der Unterschied gegen Triest bloß 0·7°. Denn auch hier läßt sich wieder konstatieren, daß dieser kleine Höhenunterschied genügt, um die Tagesamplitude um 0·4° zu erhöhen.

11. Station XIII^l (Nr. 1 des Juli 1908).

(Vergl. Tabelle XIII und Tafel V.)

Position: 45° 42′ 14″ nördlicher Breite; 13° 25′ 24″ östlicher Länge v. Gr. (Lagune von Grado, Kanal von Barbana), Wassertiefe 5 bis 6 *m*.

Beobachtungszeit: 1908, 14./VII. 7^h a. m. bis 15./VII. 7^h a. m.

Witterungsverhältnisse: Unter dem Einflusse eines sekundären Minimums, das zu Beginn der Beobachtung von der Poebene bis in die ungarische Tiefebene reicht, bis zum Morgen des 15./VII. sich aber auf Ostungarn und Siebenbürgen verschoben hat, während gleichzeitig ein Maximum über Frankreich nachrückt, herrschen im ersten Drittel der Beobachtung bei stärkerer Bewölkung (4) meist südwestliche Winde, worauf bei Windstille Aufheiterung eintritt. Nachts wehen von 11^h p. bis 3^h a. stoßweise östliche Landwinde.

Gezeiten: Hochwasser: 14./VII. 12^h 30^m p. m. Niedrigwasser: 14./VII. 5^h 15^m p. m.
» 14./VII. 11^h 30^m p. m. » 15./VII. 6^h 15^m a. m.

(Am Beobachtungsort.)

Die Wasserstandsdifferenz zwischen der Mittagsflut vom 14./VII. und der Frühebbe vom 15./VII. betrug an den Kaistufen des Klosterhafens von Barbana zirka 1·5 *m*.

Diese und alle folgenden Beobachtungsstationen liegen in den Lagunen. Sie zeigen Verhältnisse, die sich scharf von denjenigen im offenen Golfe unterscheiden und in enger Beziehung zum Formenschatz der Lagunen und dessen Wirkung auf die Gestaltung der Gezeiten stehen. Die Morphologie unseres Gebietes bedingt es, daß seine Physiognomie vollständig vom Phasenwechsel der Gezeiten beherrscht wird. Denn die engen Kanäle können das bei Steigendwasser vom Golfe einströmende Flutwasser nicht fassen, es tritt aus seinen Bahnen heraus und überflutet die zwischenliegenden Teichflächen, so daß vor unseren Augen eine weite, nur durch kleine Schlamminseln unterbrochene Wasserfläche entsteht. Beginnt aber der Wasserstand zu sinken, dann strömt das Wasser durch die Kanäle denselben Weg wieder zurück, die Teichflächen leeren sich allmählich, ihr letzter Wasserrest fließt in Form kleiner, rasch hinschwindender Bäche, die schöne Beispiele eingesenkter Mäander bieten, den Kanälen zu, bis bei Niedrigwasser eine weit ausgedehnte schlammige Landfläche vor uns liegt, die nur durch ein Netzwerk von Kanälen unterbrochen ist. — Für unseren Beobachtungsort ergeben die Strömungsbeobachtungen, daß das Flutwasser durch den Kanal Primero gegen denselben und noch weiter südwestlich gegen Grado vordringt und daß das Wasser auf demselben Wege wieder zurückebbt. Da nun Barbana sowohl von der Mündung des Kanals Pietro d'Orio, der den vom Beobachtsort gegen Grado führenden Kanal dell' uomo morto aufnimmt, als von der Mündung des Kanals Primero in den Golf gleich weit entfernt ist (zirka 12 *km*), so beweist die angegebene Richtung der Gezeitenströmung, daß die Gezeitenwelle die Mündung des Kanals Primero früher als diejenige des Kanals Pietro d'Orio erreicht, daß also die bei Salvore in den Golf eintretende Flutwelle den ganzen Golf umkreist und nicht etwa eine Hauptwelle vorher Grado auf direktem Wege erreicht. Aus unseren Beobachtungen über Eintritt von Hoch- und Niedrigwasser läßt sich ferner durch Vergleich mit den Werten für Triest und Pola die Verzögerung der Gezeitenwelle in den engen und relativ seichten Lagunenkanälen berechnen. Bringt man an den Werten für Triest (nach Grablovitz) eine Korrektur von + 0·4^h, an denjenigen für Pola eine Korrektur von + 1^h an, so erhält man die Hoch- und Niedrigwasserzeiten für Grado.

Stellen wir sie mit den Zeiten der Extremwasserstände zusammen, die sich aus unseren Beobachtungen bei Barbana (II^l, X^l, XI^l, XIII^l) ergeben (Tabelle 22), so zeigt sich, daß hier die Extreme gegenüber den von Pola abgeleiteten Werten im Mittel eine Verspätung von 1 Stunde, gegenüber den von Triest hergeleiteten Werten um 1·4 Stunde aufweisen. Wir dürfen annehmen, daß der erste Wert der

Wahrheit näher kommt, da dem Vergleiche Barbana-Pola nur beobachtete Werte zugrunde gelegt wurden, während für Triest größtenteils nur die im »Annuario marittimo« niedergelegten, berechneten Werte zur Verwendung gelangen konnten. Diese ganze bedeutende Verspätung wird also dadurch hervorgerufen, daß die Flutwelle einen 12 *km* langen Weg durch einen zirka 5 bis 6 *m* tiefen, 75 bis 150 *m* breiten Lagunenkanal zurücklegen muß. Denn würde der offene Golf bis Barbana reichen, so müßte die Flutwelle hier mindestens zur gleichen Zeit wie in Grado, das etwas westlicher liegt, eintreffen. — Gruppiert man ferner die Differenzen Grado (reduziert nach Pola)—Barbana nach den Extremwasserständen unter Weglassung der vereinzelt stehenden Hochwasserangabe der Beobachtung II^{l}, so ergibt sich eine mittlere Verspätung von 1^h 16^m für Hochwasser und von 50 *m* für Niedrigwasser. Dieses Ergebnis stimmt vollkommen mit den in den venetianischen Lagunen gemachten Erfahrungen überein, daß die Dauer von Steigendwasser größer als die Dauer von Fallendwasser ist.[1]

Wie die Form, Phasendauer und Verzögerung der Gezeitenwelle durch die Morphologie der Lagunen bedingt wird, so werden Temperatur- und Salzgehalt sowohl nach ihrem täglichen Gange als nach ihrer vertikalen Anordnung durch diese eigenartige Gestaltung der Gezeiten in ausschlaggebender Weise beeinflußt.

Die Lebhaftigkeit der Gezeitenströmungen in den engen Lagunenkanälen, die am Beobachtungstage infolge der bedeutenden Gezeitenamplitude (zirka 1·5 *m*; am 13./VII. 10^h 48^m p. trat Vollmond ein) noch mehr als gewöhnlich fühlbar ist, läßt keine bedeutenden vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsdifferenzen aufkommen. Die mittlere Temperaturabnahme bis zum Grunde beträgt bloß 0·12°, die Salzgehaltszunahme nur 0·06‰.

Unsere Beobachtung zeigt ferner deutlich, daß die Differenzen um so geringer sind, je rascher die Strömung ist. So betragen die Temperaturunterschiede in der Wassersäule im Mittel der Beobachtungen mit sehr starker Strömung (9^h a., 7^h p., 2^h bis 3^h a.) 0·035°, im Mittel der Beobachtungen mit sehr schwacher oder ohne Strömung (12^h m. bis 2^h p., 5^h p., 10^h p. bis 12^h n., 4^h a. bis 7^h a.) aber fast zehnmal so viel, nämlich 0·29°. Da nun die Strömungen am stärksten bei Mittelwasser, am schwächsten bei den extremen Wasserständen sind, so sind in der Regel die Differenzen bei Mittelwasser kleiner als bei Hoch- und Niedrigwasser.

Wird die vertikale Anordnung der Temperatur und des Salzgehaltes durch die Kraft der Gezeiten strömungen bestimmt, so beherrscht den täglichen Gang dieser Elemente der Wechsel von Ebbe und Flutströmung. Um dies nachzuweisen, vergleichen wir am besten den Gang der Lufttemperatur, der von den Gezeiten unabhängig ist, mit dem der Wassertemperatur. Die Lufttemperatur (vergl. Tafel V) steigt vom Beginn der Beobachtung bis 12^h mittags (26·0°), beginnt aber alsdann bei zunehmender Bewölkung und Windstärke zu sinken und erreicht um 4^h a. m. ihr Minimum (21·9°). Der folgende Anstieg bis 7^h a. ist infolge des heiteren windstillen Wetters sehr groß, er beträgt 1·8°. Das sekundäre Maximum um 5^h p. erklärt sich aus der eingetretenen Windstille und Aufheiterung, das sekundäre Minimum um 1^h a. aus dem Drehen des Ostsüdost auf Ostnordost. — Der Gang der Wassertemperatur ist aber ein ganz anderer[2] (vergl. Tafel V und Tabelle 23). Denn statt eines Absinkens von 12^h m. an, finden wir einen überraschend scharfen Anstieg (um 1·84° in zwei Stunden!) und die Wassertemperatur bleibt nun bis zum Schlusse der Beobachtung hoch über der Lufttemperatur. Andrerseits dauert der Temperaturabfall, der um 8^h p. scharf einsetzt, bis 5^h a. an und auch bis zum Schlusse der Beobachtung zeigt sich keine nennenswerte Steigerung der Temperatur. Es ist demnach für die rasche Erhöhung der Lufttemperatur ab 4^h a. kein Äquivalent in der Wassertemperatur zu finden. Diese Gegensätze nötigen zu dem Schlusse, daß auf die

[1] L. de Marchi, La Marfologia Lagunare e il Regime Stationario di Marea Atti R. Ist. Ven. 1904/5, Tom. LXIV, Part. sec., p. 708 ff.

[2] Die Darstellungen der Tafel V u. und der Tabelle 23 repräsentieren Mittelwerte der Wassertemperatur und des Salzgehaltes für die ganze Wassersäule, die auf Grund der Kombination $(a+3b+4c+2d):10$ gebildet wurden. Hierbei bedeuten *a, b, c, d* die Messungen in 0 *m*, 1 *m*, 3 *m* und am Grunde. Wir erhalten dadurch sehr sichere und auch vollkommen einwandfreie Werte, da der Gang in allen Tiefen fast ausnahmslos gleichsinnig ist.

Tabelle 23. **Abweichung der Stundenmittel der Temperatur und des Salzgehaltes vom Tagesmittel an Station XIII[l].**

7^h a.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	
						Temperatur						
−1·27	−1·00	−·92	−·54	−·45	−·45	−·07	+1·39	+1·32	+1·12	+1·33	+1·36	
						Salzgehalt						
+·35		−·09		−·43		−·24		+·02		+·175		

7^h p.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h
						Temperatur						
+1·39	+1·25	+·51	+·02	−·18	−·20	−·22	−·42	−·72	−1·05	−1·14	−1·12	−1·19
						Salzgehalt						
−·01		−·22		−·02		+·04		+·30		+·25		

Wassertemperaturen Faktoren einen bestimmenden Einfluß haben müssen, die für die Luft nicht in Betracht kommen. Und das sind, wie wir im folgenden zeigen werden, die Gezeitenströmungen.

Von 7^h a. bis 12^h m. herrscht Steigendwasser. Es dringt daher Wasser aus dem Golfe in die Lagunenkanäle ein und die Temperaturzunahme am Beobachtungsorte ist eine ganz allmähliche, da ja auch die Temperatur im offenen Golfe nur langsam steigt und außerdem durch die lebhafte Strömung eine Mischung des Oberflächenwassers mit der darunter liegenden Wasserschichte erzeugt wird. Um $12^1/_2{}^h$ p. beginnt das Wasser zu fallen und gleichzeitig die Temperatur enorm zu steigen. Denn die bei Hochwasserstand auf den Teichflächen weit ausgebreitete aber nur einige Dezimeter mächtige Flutwasserschichte hat sich unter der Mittagssonne außerordentlich erwärmt und strömt nun bei Fallendwasser in die Kanäle und durch diese zum Meere ab. Der Anstieg erfolgt in der Tiefe später als in der Oberschichte, so daß um 1^h p. relativ große Temperaturunterschiede (1°) zwischen oben und unten bestehen. Das erklärt sich daraus, daß einerseits bei der schwachen Strömung zur Zeit des Phasenwechsels die Wirkung der Strahlung auf die Oberschichte sich geltend machen kann und andrerseits die Ebbeströmung offenbar erst allmählich bis zum Grunde der Kanäle durchgreift. Von 2^h p. ab ist der Verlauf der Wassertemperatur ähnlich dem der Lufttemperatur. Denn in der mit fortschreitender Ebbe allmählich dünner werdenden Wasserschichte der Teichflächen kommen natürlich die meteorologischen Einflüsse immer kräftiger zum Ausdruck. Es macht sich daher die zunehmende Windstärke und Bewölkung auch in den Wassertemperaturen geltend, die nun bis 4^h p. fallen und dann gegen 5^h p. ebenso wie die Lufttemperatur wieder zunehmen. Nach 5^h p. beginnt das Wasser zu steigen, die Temperatur bei zunehmender Strömung zu fallen und zwar in der Oberschichte wieder früher als in der Unterschichte. Der Abfall ist besonders rasch von 8^h bis 10^h p., da um diese Zeit, wie wir noch sehen werden, der Temperaturabfall überhaupt am raschesten erfolgt, ferner gleichzeitig nordöstlicher also kühler Wind einsetzt und endlich auch die Kanäle sich ganz mit kühlerem Meerwasser gefüllt haben. Zwischen 11^h p. und 12^h n. tritt abermals Stromwechsel ein. Um diese Zeit sind natürlich die Strömungen sehr schwach, die Temperaturänderungen daher gering, zumal der vom Meere kommende warme Ostsüdost eine stärkere Abkühlung hintanhält. Mit zunehmender Ebbeströmung nimmt aber die Temperatur rasch ab. Denn auf den nächtlich überfluteten Teichflächen hat sich nun im Gegensatz zu den Verhältnissen um die Mittagszeit das Wasser

sehr stark abgekühlt und fließt nun durch die Kanäle ab. Zum raschen Sinken der Temperatur von 1^h bis 4^h a. tragen allerdings auch die wieder auftretenden nordöstlichen Winde bei. Doch dauert die Temperaturabnahme so lange als eine nennenswerte Ebbeströmung vorhanden ist, also bis zirka 5^h a., obwohl schon bald nach 3^h a. Windstille eintritt.

Noch prägnanter als in der Temperatur macht sich der Wechsel der Gezeitenströmungen im Salzgehalt bemerkbar. Verfolgen wir seine Änderungen in Beziehung zu den Strömungen, so ergibt sich sehr deutlich, daß bei Steigendwasser der Salzgehalt stets ab-, bei Fallendwasser stets zunimmt. Da es sich in letzterem Falle stets um das von den Teichflächen abfließende Wasser handelt, so ergibt sich, daß diese die Funktion natürlicher Salinen haben, denn das auf ihnen seicht ausgebreitete Wasser erhöht besonders unter dem Einfluß der Winde und Sonne seinen Salzgehalt und das Wasser verläßt die Lagunen bei Fallendwasser salzreicher als es bei Steigendwasser eingeströmt ist. Sehr deutlich zeigt sich auch der Einfluß der Winde auf die Verdunstung. Denn die Steigerung des Salzgehaltes ist im Laufe der Nachmittagsebbe am größten von 1^h bis 3^h p., zur Zeit der größten Windstärke, und während der Frühebbe sind die beiden Perioden mit trockenen nordöstlichen Winden (9^h bis 10^h p., 1^h bis 3^ha.) durch starke Erhöhung, die Zeit des feuchten Ostsüdost durch schwache Zunahme des Salzgehaltes bezeichnet.

Aus dem niedrigen Salzgehalt (33·00 bis 33·40$^0/_{00}$) und der Temperatur des einströmenden Wassers läßt sich ersehen, daß das Flutwasser aus dem nordöstlichen Teile des Golfes kommt, wodurch unsere oben aufgestellte Annahme, daß die Flutwelle den ganzen Golf umkreist, neuerdings bestätigt wird.

Wir sehen also hier den täglichen Gang von Temperatur und Salzgehalt in hohem Grade durch die Gezeiten beeinflußt. Die tägliche Amplitude ist daher von der Oberfläche bis zum Grunde fast gleich groß (vergl. Tabelle XIII) und die vertikalen Differenzen sind sehr gering. Die raschen Gezeitenströmungen in den Kanälen erzeugen eine sehr große Annäherung an die analogen Verhältnisse in Flüssen. Die täglichen Amplituden werden umso größer sein, je bedeutender die Temperatur- und Salzgehaltsunterschiede zwischen der Lagune und dem offenen Golfe und je kräftiger die Gezeiten entwickelt sind. Da sich die Gezeiten gegen den Sonnentag täglich um zirka 50 Minuten verspäten, so werden sich auch die Temperatur- und Salzgehaltskurven gegenüber dem Sonnenstande verschieben und die hohen Temperatur (und Salzgehalts)werte werden selbst bei ruhigem, heiterem Wetter nicht wie im freien Meere stets auf dieselbe Tageszeit fallen. Eben dadurch muß aber auch die Form und Amplitude der Kurven modifiziert werden, denn die Erwärmung respektive Abkühlung des Flutwassers auf den Teichflächen wird umso bedeutender sein, je mehr sich das Hochwasser der wärmsten respektive kühlsten Tageszeit nähert. Wir werden im Folgenden selbst noch mehrere der hier angedeuteten Fälle kennen lernen. Jedenfalls dürfte aber schon das Angeführte genügen, um darzutun, wie sehr der tägliche Gang der Temperatur in den Lagunen durch die eigenartige Morphologie dieses Gebietes gegenüber einer freien Wasserfläche verändert und kompliziert wird.

12. Station II^l (Nr. 28 des Juli 1905).

(Vergl. Tabelle II.)

Position: Wie bei der vorhergehenden Beobachtung.

Beobachtungszeit: 1905, 17./VII. 6^h a. m. bis 4^h p. m.

Witterungsverhältnisse: Es herrscht über ganz Südeuropa gleichmäßig hoher Luftdruck; am Beobachtungstage sind bei heiterem Wetter Land- und Seewind regelmäßig entwickelt.

Gezeiten: Hochwasser: 11^h 30^m a. m.

(Am Beobachtungsort.)

Die Beobachtung fand am Tage nach Eintritt des Vollmondes statt, daher waren die Gezeiten kräftig entwickelt und ihr Einfluß auf den Temperatur- und Salzgehaltsgang sehr bedeutend. Bei Beginn der Beobachtung hatte das Wasser nach tiefer Ebbe bereits wieder zu steigen begonnen. Mit zunehmen-

der Flutströmung verringern sich die ohnedies nur unbedeutenden vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsdifferenzen noch mehr (10^h a. Temperatur von der Oberfläche bis zum Grunde (9·4 *m*) 25·7°, Salzgehaltsdifferenz 0·27‰). Die Teichflächen füllen sich mit Wasser, das sich hier bei fast völliger Windstille und sehr schwach bewölktem Himmel ganz enorm erwärmt. Und wie nun mit Eintritt von Fallendwasser der Abfluß von den Teichflächen beginnt, erhebt sich die Oberflächentemperatur in zwei Stunden (12^h m. bis 2^h p.) um 3·4°, die Temperatur in 1 *m* Tiefe sogar um 3·8°. Auch hier greift, wie bei der vorhergehenden Beobachtung, die Ebbeströmung erst allmählich in die Tiefe, so daß der Anstieg in 3 *m* und am Grund erst um 1^h p. m. beginnt, dann aber im Laufe von 2^h ebenfalls Werte von 3·5° respektive 3·1° erreicht. Es beträgt daher die Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und Grund um 3^h p. nur mehr 1·0°, während sie in der Zeit, wo der Abflußvorgang noch auf die Oberschichte beschränkt war, bis auf 3·0° stieg. Die mittlere Temperaturabnahme bis zum Grund beträgt aber nur 0·8°, und sie ergäbe sich noch viel kleiner, wenn sich die Beobachtung auch auf die Nacht erstrecken würde. Zur Zeit des Phasenwechsels, zwischen den beiden besprochenen Temperaturperioden, macht sich ein merkwürdiger Abfall der Temperatur in allen Schichten bemerkbar, der schwer zu erklären ist. Man könnte daran denken, daß um diese Zeit, wo die Gezeitenströmung fast ganz aufhört, die kühlere von Grado kommende Unterströmung, die wir in den folgenden Beobachtungen X^l und XI^l nachzuweisen in der Lage sein werden, die Herrschaft gewinnt.

Auch der Salzgehalt zeigt deutlich die Einwirkung des Phasenwechsels, indem er bei Entleerung der Teichflächen aus den Gründen, die bei der vorher besprochenen Beobachtung ausgeführt wurden, stark zu steigen beginnt. Die folgenden Zahlen geben die Stundenmittel des Salzgehaltes nach der Kombination $\left(\frac{a}{2} + 1{\cdot}5b + 2c + d\right) : 5$, in der *a*, *b*, *c*, *d* die Beobachtungen an der Oberfläche, in 1 *m*, 3 *m* und am Grund bedeuten.

Zeit	$6^h\ 30^m$ a.	8^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.	2^h
Salzgehalt ‰	$28{\cdot}98_5$	$30{\cdot}01_1$	$30{\cdot}12_8$	$30{\cdot}29_5$	$30{\cdot}46_5$	$30{\cdot}63_4$	$30{\cdot}60_9$

Man erhält darnach als mittleren Salzgehalt für Steigendwasser (6^h a. bis 10^h a.) 30·04‰, für Fallendwasser (12^h m. bis 2^h p.) 30·57‰.

Betrachten wir schließlich noch die Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur, so zeigt sich, daß trotz der heiteren Witterung und obgleich sich die Beobachtung nur auf die Tagesstunden erstreckt, die Lufttemperatur im Mittel um 1·4° kühler als die Wassertemperatur ist.[1] Es erklärt sich diese hohe Differenz, die im scharfen Gegensatz zu den Verhältnissen im offenen Golfe bei ähnlicher Witterung steht, vor allem daraus, daß die Luft der hohen Erwärmung des Wassers auf den Teichflächen, die in den Mittagsstunden fast 29° erreicht, nicht folgen kann, zumal ihr der lebhafte Seewind bedeutende Abkühlung bringt. Sie erreicht im Maximum nur 26·2°. Es ist daher auch die Amplitude der Wassertemperatur mit 3·8° (selbst am Grunde noch 3·2°) sogar etwas größer als die Amplitude der Lufttemperatur (3·7°). Bei Hinzunahme der Nacht, in der die Lufttemperatur tief herabsinkt, ändert sich allerdings das Verhältnis und für die Beobachtung $XIII^l$ betragen die Amplituden 2·75° respektive 4·1°. Ausschlaggebend sind, wie dort ausgeführt, die Temperaturdifferenzen zwischen Golf und Lagune, die Zeiten der Hochwasserstände und natürlich die Witterungsverhältnisse.

13. Station XI^l (Nr. 2 des Februar 1908).

(Vergl. Tabelle XI und Tafel VI.)

Position: Wie bei der vorhergehenden Beobachtung.

Beobachtungszeit: 1908, 6./II. 7^h a. bis 7./II. 7^h a.

---

[1] Für die vorhergehende Beobachtung beträgt dieser Unterschied 1·9°.

Witterungsverhältnisse: Der Kern einer mächtigen Anticyklone liegt über dem Atlantischen Ozean, der Luftdruck nimmt gegen Nordosteuropa ab. Daher herrschen an der nördlichen Adria schwache nördliche Winde, die infolge der lokalen Luftdruckunterschiede zwischen Land und Meer bei Tag gegen West, in den späteren Nachtstunden nach Ost abgelenkt werden. Von Sonnenuntergang bis Mitternacht tritt zunehmende Bewölkung auf, wodurch die weitere Abkühlung des Landes verhindert wird, so daß in dieser Zeit die Winde fast völlig abflauen.

Gezeiten: Hochwasser: 6./II. $12^h\ 45^m$ p. m. Niedrigwasser: 6./II. $7^h\ 45^m$ a. m.
» 7./II. $3^h\ 30^m$ a. m. » 6./II. $8^h\ 30^m$ p. m.
(Am Beobachtungsort.)

Diese Beobachtungsserie bestätigt in ausgezeichneter Weise die Ergebnisse aus Station $XIII^I$. Die Erscheinungen sind natürlich durch die winterlichen Verhältnisse, welche diese Station repräsentiert, entsprechend modifiziert. Dies drückt sich vor allem darin aus, daß die Flutströmung nicht kühles sondern relativ warmes Wasser bringt, da im Winter der offene Golf warm, die seichten, inselbesäten Lagunen kalt sind.

Zu Beginn der Beobachtung herrscht Ebbe. In den Lagunenkanälen liegt das von den Teichflächen abgeflossene kalte salzreiche Wasser. Die vertikale Temperaturabnahme und Salzgehaltszunahme ist relativ groß, denn die Strömung ist bei Gezeitenwechsel sehr unbedeutend. Es kann daher der kühle salzreiche Unterstrom, der — vielleicht unabhängig vom Gezeitenphänomen — aus der Richtung von Grado kommt, hervortreten.[1] Mit zunehmender Flutströmung tritt ein rasches Steigen der Temperatur und starkes Sinken des Salzgehaltes ein und die vertikalen Differenzen werden sehr gering. Der Salzgehalt verhält sich also wie im Sommer, die Temperatur aber entgegengesetzt. Durch das Einströmen von Golfwasser wird daher die Mitteltemperatur des Lagunenwassers im Sommer erniedrigt, im Winter erhöht, mithin die Jahresamplitude vermindert. Der Salzgehalt wird dadurch stets vermindert, weil die Flutwelle, wie bei Beobachtung $XIII^I$ gezeigt, aus dem wenig salzreichen nordöstlichsten Teile des Golfes kommt und durch die Sandbarren, die den Lagunenkanälen vorliegen, das Eindringen des salzreichen Tiefenwassers verhindert wird. Überdies bestätigen auch die an unserem Beobachtungstage bei Hochwasser (1^h p. und 3^h a.) auftretenden Temperaturen (2° bis 3·2°) und Salzgehaltswerte (32·40 bis 32·95‰), daß das Flutwasser aus dem angegebenen winterlich kalten und salzarmen Gebiete stammt. Denn die Winterbeobachtungen von 1905 zeigen, daß nur gegen den Golf von Monfalcone so niedere Temperaturen und Salzgehalte zu treffen sind, während in den südlichen oder zentralen Teilen des Golfes — wozu auch Beobachtung XII verglichen werden kann — Temperaturen von zirka 8° und Salzgehalte über 38‰ herrschen.

Verfolgen wir nun die Entwicklung im Laufe des Tages weiter, so sehen wir, daß bei Hochwasser und daher nahezu vollständig fehlender Gezeitenströmung die vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsdifferenzen wieder größer werden. In der Tiefe tritt bereits 1^h p. ein schwacher wie die Ebbeströmung gerichteter Strom auf. Wir möchten ihn nicht als beginnende Abflußströmung auffassen, denn diese beginnt, wie wir bei Station XIII bereits gesehen haben, von oben, da ja das Wasser der Teichflächen bei sinkendem Wasserstande in den Kanälen sich von oben über das Kanalwasser ausbreitet. Außerdem müßten wir dann in der Tiefe einen raschen Anstieg von Temperatur und Salzgehalt noch vor dem Einsetzen an der Oberfläche erwarten. Statt dessen bleiben beide Faktoren fast konstant. Wir haben hier offenbar den bereits erwähnten Tiefenstrom vor uns, der nur beim Stillstehen der Gezeitenströmungen fühlbar wird. Bald beginnt aber die Ebbeströmung lebhaft einzusetzen und Temperatur und Salzgehalt werden wieder gleichförmig und beginnen zugleich zu steigen. Denn Hochwasser trat ja zur Mittagszeit ein und auf den Teichflächen konnte sich bei heiterem Himmel und intensiver Sonnenstrahlung das Wasser stark erwärmen und seinen Salzgehalt konzentrieren. Während aber der Salzgehalt wie begreiflich

[1] Die Temperaturbeobachtung für das Bodenwasser um 8^h a. wäre darnach als unrichtig, und zwar zu hoch anzunehmen.

bis zur Stromumkehr (8 bis 9^h p.) steigt, beginnt die Temperatur bereits ab 5^h p. zu fallen, da nun die Ausstrahlung die Oberhand gewinnt. Dies drückt sich auch darin aus, daß die seit 10^h a. infolge Einstrahlung stets anotherme Schichtung nun eben infolge der Ausstrahlung kathotherm wird und fast bis zum Schlusse der Beobachtung bleibt, wo sich mesotherme Schichtung einzustellen beginnt. Während Niedrigwasser und schwacher Strömung sind die vertikalen Differenzen wieder groß. Wie nun vom neuen das Wasser lebhafter zu steigen beginnt, werden diese Unterschiede wieder kleiner, der Salzgehalt sinkt, aber die Temperatur steigt bis 12^h nachts. Denn die hohe Bewölkung der vorhergehenden Stunden hat die nächtliche Abkühlung der Oberflächenschichten im Golfe, die infolge der geringen winterlichen Dichtenunterschiede und der daher ausgiebigen Konvektion ohnehin nur gering ist, fast ganz unterbunden. Als sich aber nach 12^h n. der Himmel aufklärt, da beginnt sich trotz der Flutströmung eine Abkühlung geltend zu machen. Sie ist aber sehr schwach, denn sie entspricht ja der Abnahme im Golfe, die durch den Flutstrom gleichsam in die Lagunen verpflanzt wird. Erst mit Eintritt von Fallendwasser nimmt die Temperatur rasch ab und der Salzgehalt beginnt natürlich zu steigen. Denn nun fließt ja das in den sternenklaren Stunden nach Mitternacht auf den Teichflächen stark erkaltete Wasser durch die Kanäle in den Golf ab.

Fassen wir nun die Resultate dieser Betrachtung zusammen, so ergeben sich folgende Sätze über die Wirkung der Gezeitenströmungen auf Temperatur und Salzgehalt in den Lagunen.

1. Die vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsunterschiede werden durch diese Strömungen stark ausgeglichen. So liefern zum Beispiel die Perioden starker Strömung[1] eine mittlere Salzgehaltszunahme von $0 \cdot 09^0/_{00}$, die Perioden schwacher Strömung aber eine solche von $0 \cdot 40^0/_{00}$.

2. Der normale tägliche Temperaturgang wird mehr oder weniger modifiziert. Während im offenen Golfe und überhaupt in Seen und Meeren die Temperaturänderung von Stunde zu Stunde bei gleich bleibender Witterung nur innerhalb enger Grenzen schwankt und die Übergänge sich allmählich vollziehen, wechseln hier unter dem Einflusse der Gehzeitenströmungen Perioden außerordentlich starken Anstieges (zum Beispiel um 3·8° in 2 Stunden; vergl. p. 52) oder Abfalles mit stundenlangen Perioden fast unveränderter Temperatur. Während in Meeren bei unveränderter Witterung die Temperatur stets während derselben Tagesstunden über respektive unter dem Mittel liegt, hängt dies in den Lagunen in erster Linie von der Beziehung zwischen Tageszeit und Gezeitenphase ab, so daß die Eintrittszeiten der Media periodischen Verschiebungen ausgesetzt sind. Im Falle unserer Beobachtung geht diese Verschiebung so weit, daß der Temperaturgang in direktem Gegensatz zum normalen Temperaturgang von Gewässern und allen bisher bekannten Erscheinungen steht. So bleibt die Temperatur des Wassers von 2^h p. bis 3^h a. fast konstant, obgleich in derselben Zeit die Lufttemperatur um 3·8° sinkt und trotz vollkommener Aufheiterung und nördlicher Winde ist die Wassertemperatur selbst um 4^h a. noch höher als um 1^h p.

3. Die Tagesschwankung der Temperatur ist unter dem Einflusse der starken Erwärmung auf den Teichflächen bei Tag und der starken Abkühlung bei Nacht sehr groß, erreicht zum Beispiel am Beobachtungstage 3·0°, und nimmt zufolge der lebhaften Strömungen mit der Tiefe nicht ab.

4. Der Salzgehalt schwankt periodisch mit Ebbe und Flut, indem er aus den bereits angeführten Gründen bei Steigendwasser ab-, bei Fallendwasser zunimmt.

Auch bei dieser Beobachtung können wir endlich konstatieren, daß die Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur nur gering sind, da erstere ja dem Einflusse der Gezeiten entzogen und von den meteorologischen Verhältnissen bestimmt ist. Enorm ist infolge des heiteren ruhigen Wetters der Anstieg von 7^h a. bis 3^h p.; er beträgt 8°. In dieser großen Amplitude zeigt sich klar, wie hier in den Lagunen der

---

[1] 10^h a. bis 12^h m., 3^h bis 4^h p., 12^h n. bis 2^h a., 6 bis 7^h a. Die Beobachtungen ergeben bereits eine Stunde vor Beginn dieser Perioden starke Strömung, die Wirkung auf Salzgehalt und Temperatur tritt aber erst später ein. Deshalb wurden die zugehörigen Salzgehaltswerte zur Gruppe mit schwacher Strömung geschlagen.

Gang der Lufttemperatur — zumal bei meist nördlichem Landwind — schon stark durch den Temperatur gang des trockenen Landes beeinflußt wird. Und es weist auch keine Beobachtung im Golfe eine nur annähernd so große Amplitude der Lufttemperatur oder einen ähnlich bedeutenden Überschuß der Luft über die Wassertemperatur (3^h p. : 2·0°) auf.

14. Station X^l (Nr. 15 des März 1906).

(Vergl. Tabelle X.)

Position: Wie bei der vorhergehenden Beobachtung.

Beobachtungszeit: 1906, 17./III. 7^h a. bis 7^h p.

Witterungsverhältnisse: Der Luftdruck ist gleichmäßig über die Adria verteilt. Unter dem Einflusse eines schwachen Luftdruckmaximums im Nordwesten der Alpen dauern die nördlichen Landwinde bis 2^h p. Erst um 3^h p. setzt der Seewind ein. Die Bewölkung ist besonders morgens und abends hoch.

Gezeiten: Hochwasser: 3^h 30^m p. m. Niedrigwasser: 10^h a. m.

(Am Beobachtungsorte.)

Diese Beobachtungsserie steht in einem lehrreichen Gegensatz zu den bisher behandelten Lagunenbeobachtungen. Sie fällt nämlich auf Eintritt des letzten Mondviertels, also auf taube Gezeit.[1] Infolgedessen waren die Gezeitenströmungen meist nur sehr schwach entwickelt und ihre oben besprochenen Wirkungen treten zurück, dagegen machen sich andere sonst durch sie ganz oder teilweise unterdrückte Erscheinungen umso fühlbarer.

So gelangt die bisher durch die lebhaften Gehzeitenströmungen verdeckte und nur indirekt aus Temperatur und Salzgehalt erschlossene, in der Tiefe des Kanals dell'uomo morto nach Nordost ziehende Strömung nun in den Strömungsbeobachtungen (vergl. bes. 12^h m. bis 3^h p.) selbst zum Ausdruck. Da sie Temperatur und Salzgehaltsgang in der Tiefe bestimmt, in der Oberschichte aber die Wirkung der Sonnenstrahlung und der Gezeitenströmungen dominieren, so muß der Temperatur- und Salzgehaltsgang in beiden Schichten verschieden und die vertikale Differenz wenigstens zeitweise bedeutend sein. — Bei Beginn der Beobachtung herrschte Fallendwasser. Da der Himmel nachts über bedeckt gewesen war, so hatte sich das Wasser auf den Teichflächen nicht stark abgekühlt und die Oberschichte war nur wenig kälter (0·15°) als die Unterschichte, die Schichtung mesotherm. Als gegen 9^h a. die Bewölkung rasch abnahm, der nördliche Landwind abflaute und die Ebbeströmung gleichzeitig zum Stillstand gelangte, da nahm die Temperatur der Oberfläche infolge Sonnenstrahlung rasch zu (1·2° in 2^h), während die Tiefenschichte ihre Temperatur behielt. Mit Fühlbarwerden der Flutströmung erlitt dieser Anstieg der Oberfläche für kurze Zeit eine Unterbrechung, da ja in dieser Jahreszeit der offene Golf bereits etwas kühler als die Lagune ist. Um 12^h m. machte sich aber wieder eine freilich mäßigere Temperaturzunahme (0·7° in 3^h) bemerkbar entsprechend der oberflächlichen Erwärmung des bei schwacher Strömung sich wenig mit dem Tiefenwasser mischenden Flutstromes. Als gegen 4^h p. der Ebbestrom einsetzte, da begann die Temperatur an der Oberfläche zu fallen. Diese Erscheinung beruht offenbar auf Kombination dreier Umstände: auf der Zunahme der Bewölkung, der Auffrischung der Winde und auf der Mischung mit dem kühleren Tiefenwasser infolge lebhafter Entwicklung des Ebbestroms. Die Kraft dieses Ebbestroms erklärt sich bei der geringen Ausbildung der Gezeiten daraus, daß er von oben her durch den lebhaften nun aus Südwest wehenden Wind, von unten her durch den gleichgerichteten Unterstrom begünstigt wird. Die von 5^h p. ab wieder beginnende, bedeutende Erhebung der Wassertemperatur, die diesmal sich in der ganzen Wassersäule bis zum Grund bemerkbar macht, dürfte am ehesten darauf zurückzuführen sein, daß, durch Wind und Ebbeströmung begünstigt, sich nun die Unterströmung bis zur Oberfläche ausbreitet. Allerdings war bisher das Tiefenwasser kühler als die Oberfläche, aber ein Vergleich der Temperatur-

---

[1] In Pola betrug am selben Tage der Wasserstandsunterschied zwischen Frühebbe und Nachmittagsflut bloß 7 *cm*. Etwas rascher ist alsdann das Sinken bis 8^h p. (9 *cm*).

und Strömungsbeobachtungen ab 12^h m. beweist, daß bei zunehmender Intensität der Tiefenströmung die Temperatur der Unterschichte ansteigt, so daß man von der außerordentlichen Zunahme und Ausbreitung dieser Strömung ab 4^h p. ein bedeutendes Ansteigen der Temperatur erwarten muß. Andrerseits deutet der gleichzeitige Abfall der Lufttemperatur (ab 5^h p.) an, daß die Erwärmung nicht von oben ausgehen dürfte.

Wie der Verlauf der Temperaturen, so verhält sich auch der Gang des Salzgehaltes [1] in den beiden Wasserschichten verschieden.

In der Oberschichte (0 bis 2 *m*) finden wir bei Fallendwasser stets Salzgehaltszunahme, bei Steigendwasser Salzgehaltsabnahme, und zwar weicht der Salzgehalt dieser Schichte in ersterem Falle um $+ 0 \cdot 26^0/_{00}$, in letzterem Falle um $- 0 \cdot 33^0/_{00}$ vom Mittelwert ab. [2] In den Salzgehaltsschwankungen der Unterschichte dagegen erscheinen die Gezeiten nur schwach angedeutet und der Hauptsache nach ist hier der Gang des Salzgehaltes nahezu parallel dem Gange der Temperatur. Der Salzgehalt bleibt also fast unverändert bis 12^h und beginnt dann mit zunehmender Unterströmung rasch zu steigen. Mit zunehmender Stärke der Ebbeströmung ab 5^h tritt eine stärkere Mischung ein, so daß die Salzgehaltszunahme in der Tiefe vermindert, an der Oberfläche verstärkt wird.

Fassen wir die Ergebnisse zusammen, so ergibt sich folgendes Bild. Bei schwacher Entwicklung der Gezeiten machen sich in der Tiefe der Lagunenkanäle von den Gezeiten unabhängige Strömungen bemerkbar, die hier Temperatur- und Salzgehalt bestimmen und unter günstigen Umständen bis an die Oberfläche reichen können. Die Gezeitenströmungen beschränken sich auf pie Oberschichte und bestimmen deren Salzgehaltsschwankungen. Dagegen steht der Temperaturgang dieser Schichte in naher Beziehung zur Sonnenstrahlung, da bei sehr schwachen Strömungen die Wassermischung nur sehr geringe ist. Infolge dieses verschiedenen Verhaltens der Ober- und der Unterschichte und der geringen Vermischung sind die vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsdifferenzen viel bedeutender als bei kräftigen Gezeiten. Betrug zum Beispiel die mittlere Temperaturabnahme von der Oberfläche bis zum Grunde am 14. bis 15. Juli 1908 (Station XIII*l*) bloß 0·12°, so beträgt sie an unserem Beobachtungstage 1·08°; die Salzgehaltsdifferenz war damals $0 \cdot 06^0/_{00}$, diesmal aber $2 \cdot 14^0/_{00}$. Während endlich bei kräftigen Gezeiten die Tagesschwankung der Temperatur und des Salzgehaltes bis zum Grund gleich groß war, sinkt hier die Temperaturschwankung von 2·60° an der Oberfläche auf 0·85° am Grunde, die Salzgehaltsamplitude von $2 \cdot 15^0/_{00}$ auf $0 \cdot 90^0/_{00}$.

Die Lufttemperatur steigt tagsüber bis 2° über die Wassertemperatur. Das bestätigt ebenso wie das entgegengesetzte Verhalten von Luft- und Wassertemperatur von 5^h p. ab die schon bei den vorhergehenden Beobachtungen gemachten Folgerungen, daß in den Lagunen Gang und Höhe der Lufttemperatur nicht mehr durch die Wasserflächen, sondern durch das Land bestimmt wird.

15. Station XIII*l* (Nr. 29 des Juli 1905).

(Vergl. Tabelle III*l*.)

Position: 45° 41′ 42″ nördlicher Breite; 13° 21′ 24″ östlicher Länge v. Gr. (Lagunenkanal vor dem Turm S. Pietro d'Orio); Wassertiefe je nach Schiffslage 8·5 bis 12 *m*.

Beobachtungszeit: 1905, 18. Juli 6^h a. m. bis 7^h p. m.

---

[1] Unter den Salzgehaltswerten finden sich mehrere ganz aus ihrer Reihe herausfallende Werte, die aus manchen Gründen (Ausmaß und Richtung der Abweichung, abgeschwächtes Auftreten auch in der benachbarten Tiefe) nicht ohneweiteres als Beobachtungsfehler aufgefaßt werden können. Doch wurden sie für die Analyse der Beobachtung durch (4) interpolierte Werte ersetzt.

[2] Die Berechnung erfolgte nach der Kombination $\left(\frac{a}{2} + b + 2c\right) : 3 \cdot 5$.

Witterungsverhältnisse: Über der Adria herrscht relativ schwacher Luftdruck und bei südwestlichen Winden meist trübes, regnerisches Wetter.

Gezeiten: Hochwasser: $12^h\ 30^m$ p. m. Niedrigwasser: 6^h a. m.
(Am Beobachtungsort.)

Die bisher besprochenen Beobachtungen entstammten einem Lagunengebiete, das keine Süßwasserzufuhr besitzt. Die vorliegende Station III' liegt dagegen in dem Kanal Pietro d'Orio, der das Wasser der Natissa aufnimmt und dem Meere zuführt. Es verbinden sich daher in diesem Gebiete die oben abgeleiteten typischen Lagunenverhältnisse mit Erscheinungen, die auf der Überdeckung des Salzwassers durch Süßwasser beruhen. Allerdings kommen am Beobachtungsorte diese Vorgänge nur mehr sehr abgeschwächt zum Ausdrucke, da wir dort bereits zu weit von der Mündung des kleinen Flusses entfernt sind ($5 \cdot 5\, km$), so daß seine Wirkung nur mehr in einer starken Herabminderung des Salzgehaltes der Oberfläche, nicht aber in einer völligen Aussüßung der Oberschichte besteht. Aber noch in einer anderen Beziehung unterscheidet sich dieses von dem bisher behandelten Lagunengebiet. Es empfängt die Flutwelle nicht wie letzteres durch den Kanal Primero, der sich nur 7 *km* westlich der Isonzomündung in den Golf öffnet, sondern auf dem viel kürzeren Weg durch den Kanal Pietro d'Orio. Dieser mündet aber über 16 *km* westlich des Isonzo nahe von Grado. Der Salzgehalt der eindringenden Flutwelle ist daher hier viel größer, während gleichzeitig infolge der aussüßenden Wirkung der Natissa der Salzgehalt des Lagunenwassers hier geringer als bei Barbana ist. Als Folge davon macht sich hier der Eintritt von Steigendwasser nicht durch eine Verminderung sondern durch eine Erhöhung des Salzgehaltes bemerkbar. Wie sich nun die Erscheinungen im einzelnen vollziehen, wollen wir aus der Analyse der Beobachtung ersehen.

Bei Beginn der Untersuchung herrscht tiefe Ebbe. An der Oberfläche fließt ungehemmt das an der Beobachtungsstelle allerdings schon stark mit Salzwasser vermischte Natissawasser ab, während in der Tiefe salzreicheres Wasser lagert. Der mittlere Salzgehalt der ganzen Wassersäule[1] hat sein Minimum ($29 \cdot 84^0/_{00}$), die vertikale Salzgehaltsdifferenz ihr Max. ($3 \cdot 09^0/_{00}$) erreicht. Infolge des letzteren Umstandes war die Konvektion gehemmt und die Abkühlung während der vorausgegangenen Nachtstunden blieb auf die Oberfläche beschränkt und die Temperaturschichtung wurde katotherm ($0\, m : 25 \cdot 6°$, $10\, m$ (Gr.) : $26 \cdot 2°$). Wie nun der Flutstrom einsetzt, da beginnt der Salzgehalt in allen Tiefen zu steigen. Um 9^h a. erreicht der Flutstrom seine größte Intensität und der Salzgehalt nimmt am stärksten zu. Die erheblichste Zunahme ($6 \cdot 78^0/_{00}$) weist die Oberfläche auf, da durch die Flutwelle das Natissawasser zurückgestaut wird. Daher erreichen auch bei Hochwasser die vertikalen Salzgehaltsunterschiede ihr Minimum (12^h m. : $0 \cdot 18^0/_{00}$). Aber auch in den Temperaturverhältnissen bringt der Flutstrom eine bedeutende Veränderung zustande Schon bei Beginn von Steigendwasser fällt die Temperatur von 1 *m* Tiefe ab langsam; nur die Oberfläche wärmt sich bei unbedecktem Himmel und Windstille unter der Einwirkung der Sonnenstrahlung noch etwas an. Mit Zunahme der Flutströmung fällt die Temperatur in allen Schichten, jedoch mit nach obenhin abnehmender Intensität, so daß die Temperaturschichtung anotherm wird (9^h a. : $0\, m$: $25 \cdot 5°$, Gr. : $24 \cdot 8°$). Auf den ersten Blick erscheint vielleicht dieser allgemeine Abfall nicht erklärlich, da doch das Wasser im offenen Golf nachts wärmer als in den Lagunen bleibt und daher die Vormittagsflut relativ warmes Wasser bringen sollte. So müßten wir es auch bei Barbana treffen. Hier aber wurde bei Ebbestrom infolge Überdeckung des Lagunen- mit Natissawasser die Salzgehaltsschichtung sehr verschärft und dadurch die Abkühlung auf die abfließende oberste Schichte beschränkt. Im Golfe dagegen konnte die allmähliche nächtliche Temperaturabnahme auch in größerer Tiefe Platzgreifen. Als nun der Flutstrom sehr mächtig wurde und den Kanal rasch mit Golfwasser zu füllen begann, da machte sich am Beobachtungsorte die gesamte Abkühlung, die im Golfe im Laufe der Nacht eingetreten war, in wenig mehr als einer Stunde fühlbar. Die Abkühlung muß, wie es auch die Beobachtung bezeugt, mit der Tiefe zunehmen. Daß aber

[1] Berechnet nach der Kombination $\left(\frac{a}{2} + 2b + 4 \cdot 5c + 3d\right) : 10$.

bei Flutstrom auch die Temperatur der Oberfläche abnimmt, muß auf andere Weise erklärt werden. Denn in den Lagunen hatte sich ja die Abkühlung auf die Oberfläche konzentriert und wir müßten eher ein Ansteigen erwarten. Und dies würde wohl auch eintreten, wenn in dem außerordentlich lebhaften Gezeitenstrom nicht eine Abkühlung der Oberschichte durch Mischung mit der Unterlage einträte. Diese Abkühlung durch Mischung erkennt man auch daran, daß die Temperaturdifferenz selbst um 9^h a. bloß 0·7° beträgt und daß die Temperatur an der Oberfläche und in 1 *m* Tiefe noch bis 10^h a. sinkt, während sie gleichzeitig in 3·5 *m* unverändert bleibt und am Grunde steigt. Meteorologische Gründe — die Zunahme der Bewölkung und der Windstärke sowie Niederschlag — tragen wesentlich bei, die Abkühlung der Oberfläche zu vermehren und so tritt das Temperaturminimum der ganzen Wassersäule, das wir bei normalem Wetter um 9^h a. erwarten müßten, um 12^h ein (25·10°).

Bald nach Mittag setzt der Ebbestrom ein. Es kommt daher das Wasser der Teichflächen und der Natissa zum Abfluß. Solange erstere noch einen bedeutenden Wasservorrat haben, tritt demgegenüber die Wirkung der Natissa noch ganz zurück. Da sich aber auf den Teichflächen, wie wir schon früher gesehen haben, der Salzgehalt konzentriert, so steigt mit Beginn von Fallendwasser der Salzgehalt noch etwas und erst um 2^h p. wurde das Maximum des Salzgehaltes der ganzen Wassersäule erreicht (34·45‰). Nur an der Oberfläche kann das Natissawasser auch um diese Zeit die Zunahme des Salzgehaltes verhindern und die vertikalen Salzgehaltsunterschiede werden daher wieder größer (2^h p. 0·61‰). Mit zunehmender Ebbe entleeren sich allmählich die Teichflächen, im abfließenden Strom tritt die Bedeutung der Natissa immer mehr hervor und ihr Einfluß greift infolge Wassermischung durch die schon kräftig gewordene Ebbeströmung auch in die Tiefe, wenngleich ihr Hauptwirkungsbereich die Oberschichte bleibt. Es sinkt daher der Salzgehalt in allen Schichten, wenn auch nicht so stark als bei der doppelt so tiefen Frühebbe und die Unterschiede nehmen zu (6^h p. : 1·23‰). — In der Temperatur bewirkt der Ebbestrom eine Zunahme von der Oberfläche bis zum Grunde, da ja das auf den Teichflächen erwärmte Wasser zum Abflusse kommt. In den ersten Stunden steigt die Temperatur der Oberschichte (0 bis 1 *m*) viel rascher als in der Tiefe, da bei noch schwachem Strom, Aufheiterung und Windstille die Wirkung der Insolation zur Geltung kommt; es erreichen daher die Temperaturunterschiede ihr Maximum (4^h p. : 1·3°). Sobald aber der Strom intensiv wird, beginnt Wassermischung einzutreten und ähnlich wie um 9^h a. nimmt in dieser Zeit (4 bis 5^h p.) die Temperatur in 0 *m* und 1 *m* ab, bleibt bei 3·5 *m* unverändert und steigt in der Tiefe umso lebhafter. Gegen Schluß der Beobachtung sind die Temperaturdifferenzen ganz unbedeutend, die Mitteltemperatur ist aber viel höher als bei Beginn der Beobachtung, denn in den Lagunenkanälen liegt nun Golfwasser, das von der Mittagsflut stammt, daher wärmer sein muß als das Wasser der Mitternachtsflut, das bei Beginn der Beobachtung die Tiefe einnahm.

Überblicken wir diese Ergebnisse, so sehen wir in der Tat, wie eingangs ausgeführt, in diesem Lagunengebiet mit Süßwasserzufuhr die typischen Lagunenverhältnisse, die sich aus der Überflutung der Teichflächen durch das Flutwasser ergeben, modifiziert durch die Ausbreitung einer Süß- respektive Brackwasserdecke über dem Salzwasser. Es tritt damit eine Annäherung an die Verhältnisse im Mündungsgebiet von Flüssen ein, die sich aber wieder dadurch unterscheiden, daß dort die Erscheinungen fehlen, die sich aus der Überschwemmung der angrenzenden Landfläche ergeben. Die hier dargelegten Unterschiede in den Temperatur- und Salzgehaltsverhältnissen von Lagunen ohne und mit Süßwasserzufluß lassen endlich erkennen, daß durch die Ableitung der Flüsse, wie sie in der Lagune von Venedig und im Val Commacchio zum Zwecke der Erhaltung der Lagune vorgenommen wurden, nicht nur die morphologischen sondern auch die physikalischen und damit auch die biologischen Verhältnisse wesentlich beeinfluß werden mußten.

2. Abschnitt.

Zusammenfassung der vielstündigen Beobachtungsreihen.

Im Folgenden soll der Versuch unternommen werden durch Zusammenfassung der bisher einzeln analysierten Beobachtungen in mehrere Gruppen und durch Bildung von Mittelwerten weitere Ergebnisse über den täglichen Gang der Wasser- und Lufttemperatur und ihre Beziehungen abzuleiten. Ausgeschlossen müssen davon die Lagunenbeobachtungen bleiben, da infolge der Verschiebung der täglichen Temperaturphase durch das Gezeitenphänomen eine Mittelbildung nur bei einer außerordentlich großen Zahl von Beobachtungen einen Sinn hätte. Wir werden uns daher auf die Beobachtungen aus dem Golf beschränken, dieselben nach Jahreszeiten und Witterungsverhältnissen gruppieren und die Resultate durch Heranziehung der Einzelbeobachtungen zu stützen suchen.

1. Der Gang der Luft- und Wassertemperatur.

a) Im Sommer im allgemeinen.

(Vergl. Tabelle 24 und Tafel VII.)

Für diese Zwecke stehen uns fünf 24 stündige Beobachtungen zur Verfügung, von denen zwei (I, XIV) drei Seemeilen südlich von Grado, zwei (IV, XV) nördlich von Pirano und eine (V) schon außerhalb des Golfes bei Umago angestellt ist. Die Ableitung der Mittelwerte geschah auf folgende Weise: Es wurden die stündlichen Abweichungen der Oberflächentemperaturen vom Tagesmittel für alle Stationen berechnet und daraus die Stundenmitteln der Abweichungen hergeleitet.[1] Dabei ergab sich der Endwert der Reihe um 0·1° höher als der Anfangswert; um diesen Betrag steigt also in der Beobachtungszeit[2] die Oberflächentemperatur des Wassers durchschnittlich im Laufe eines Tages noch an. Von dieser unperiodischen Änderung wurde die Reihe behufs besserer Vergleichbarkeit mit dem von E. Mazelle auf Grund zehnjähriger Beobachtungen analog berechneten täglichen Gang der Lufttemperatur in Triest[3] in der Art befreit, daß an den beiden Endwerten die Korrekturen +0·05° respektive —0·05° und gegen die Mitte der Reihe zu entsprechend kleinere Korrekturen (7^h p. ± 0·00°) angebracht wurden. Um auch den Einfluß zufälliger Unregelmäßigkeiten zu vermindern, wurde noch eine Ausgleichung nach der Formel $\frac{a+2b+c}{4}$ vorgenommen und aus den so erhaltenen Werten die Temperaturänderung von Stunde zu Stunde berechnet. Auf dieselbe Weise wurde ferner täglicher Gang und stündliche Änderung der Lufttemperatur im Mittel der Beobachtungstage an den Stationen und nach den Thermographenaufzeichnungen des k. k. Maritimen Observatoriums auch für Triest hergeleitet. Schließlich wurden auch die mittleren stündlichen Differenzen zwischen der Wasser- und Lufttemperatur an den Stationen und zwischen der Lufttemperatur an den Stationen und in Triest gebildet. Alle diese Werte sind in Tabelle 24 zusammengestellt. Zum Nachweise der geringen Änderung infolge der Ausgleichung sind auch die unausgeglichenen Werte beigefügt. Eine graphische Darstellung gibt Tafel VII. Um ein Urteil zu erhalten, ob die Reihen

---

[1] Da Station I nicht wie die übrigen 7^h a. sondern 6^h p. begonnen wurde, mußte eine Umstellung der Werte vorgenommen werden. Da die beiden Kurvenstücke aber nicht zusammenpaßten, wurde der Ast 6^h p. bis 7^h a. unter der Annahme reduziert, daß der Temperaturabfall zwischen 5^h und 6^h gleich groß wie bei Station V gewesen sei.

[2] 12. Juli bis 1. August; Mittel: 20. Juli.

[3] E. Mazelle: Einfluß der Bora auf die tägliche Periode einiger meteorologischer Elemente. Denkschr. k. Akad. Wissensch., Wien, math.-nat. Kl., Bd. LXXIII, Wien 1901.

Tabelle 24. **Die Beziehungen zwischen**

	7h a.	8h	9h	10h	11h	12h	1h p.	2h	3h	4h
Täglicher Gang der Wassertemperatur an der Oberfläche (Mittel der Stationen I, IV, V, XIV, XV), ausgedrückt durch Abweichungen vom Mittelwert	−0·44	− ·36	− ·30	− · 01	+· 27	+· 41	+ ·35	+· 41	+ ·37	+ ·43
Täglicher Gang der Lufttemperatur an denselben Stationen	−1·00	−0·70	−0·20	+0·50	+0·70	+0·80	+0·70	+1·20	+1·40	+1·40
Täglicher Gang der Lufttemperatur im Mittel derselben Tage in Triest	−1·20	−0·00	+0·80	+1·40	+1 80	+2·20	+2·20	+2·10	+2·20	+2·30
Einmal ausgeglichen und von der unperiodischen										
Wassertemperatur	−0·39	− ·32	− ·20	+ ·03	+ ·27	+ ·39	+ ·41	+ ·41	+ ·41	+ ·51
Lufttemperatur	−1·05	−0·70	−0·20	+0·35	+0·65	+0·70	+0·80	+1·10	+1·25	+1·35
Lufttemperatur in Triest	−1·15	−0·05	+0·80	+1·40	+1·85	+2·15	+2·20	+2·20	+2·20	+2·2
Änderung der Temperatur der Wasseroberfläche von Stunde zu Stunde		+·07	+·12	+·23	+·24	+·12	+·02	±·00	±·00	±·00
Änderung der Lufttemperatur an den Stationen von Stunde zu Stunde		+·35	+·50	+·55	+·30	+·05	+·10	+·30	+·15	+·10
Änderung der Lufttemperatur in Triest von Stunde zu Stunde		+·11	+·85	+·60	+·45	+·30	+·05	±·00	±·00	±·00
Differenzen der Wasser- und Lufttemperatur an den Stationen	+1·73	+1·45	+1·07	+0·75	+0·69	+0·76	+0·68	+0·38	+0·23	+0·13
Differenzen der Lufttemperatur an den Stationen und in Triest	+0·45	−0·30	−0·65	−0·70	−0·85	−1·10	−1·05	−0·75	−0·60	−0·50

wenigstens annähernd als Repräsentanten mittlerer Sommerverhältnisse betrachtet werden dürfen, wurden zum Vergleiche die oben erwähnten Werte von Mazelle und zwar der Tagesgang im Mittel der Monate Juli und August herangezogen. Dabei ergibt sich, daß die Mitteltemperatur im zehnjährigen Mittel um 0·2° höher, die periodische tägliche Amplitude um ein Fünftel größer (6·0°) und der Temperaturgang gegen die zweite Tageshälfte bis zu ungefähr 50 Minuten verfrüht erscheint. Letzteres dürfte durch eine Eigentümlichkeit unserer Beobachtungstage hervorgerufen sein und wir werden im Folgenden darauf Rücksicht nehmen. Dagegen scheint die größere Amplitude sowie überhaupt der besonders in der ersten Tageshälfte im zehnjährigen Mittel (1886 bis 1895) schärfer ausgesprochene Temperaturgang (vergl. Tafel VII) zu nicht unerheblichem Teile darauf zu beruhen, daß damals die Thermographenaufstellung eine so ungünstige war, daß die Aufzeichnungen stark durch die Strahlung der Umgebung beeinflußt wurden. Wir brauchen demnach darauf kein allzugroßes Gewicht legen und dürfen unsere Mittelwerte als annähernd richtige betrachten, umsomehr als das Mittel der Bewölkung (3·6) und Windstärke (1·8) an den fünf Beobachtungstagen mit dem zehnjährigen Mittel (3·7 respektive 10 *km* pro Stunde) [1] gut übereinstimmt. Wenden wir uns nun der Besprechung des täglichen Temperaturganges, dessen wichtigste Elemente in Tabelle 25 zusammengestellt sind, selbst zu.

Die Wasseroberfläche erreicht darnach das Temperaturmaximum zwischen 3 bis 4^h p., das Minimum zirka 5^h a. Fast zur selben Zeit treten die Extreme auch in der Luft und zwar sowohl an den Stationen als in Triest ein. Da aber gerade zur Zeit der Extreme die Temperaturänderung nur sehr gering ist und ihre Bestimmung demnach nicht sehr sicher sein kann, wollen wir uns lieber an die Eintrittszeit der

[1] Ergibt nach Knipping's Umrechnungstabelle etwas weniger als Windstärke 2 nach Beaufort.

Luft- und Wassertemperatur im Sommer.

5^h	6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	Amplitude
+ ·35	+ ·36	+ ·25	+ ·15	+ ·04	− ·09	− ·10	− ·13	− ·18	− ·23	− ·32	− ·46	− ·40	− ·40	− ·34	0·89
+1·40	+1·10	+1·40	+0·90	+0·50	+0·10	−0·30	−0·60	−0·90	−1·10	−1·60	−1·75	−1·90	−1·70	−1·10	3·30
+2·10	+1·70	+0·60	+0·10	−0·30	−0·70	−1·10	−1·80	−2·20	−2·20	−2·20	−2·70	−2·80	−2·60	−1·10	5·10
Änderung befreit nach Formel $(a+2b+c):4$															
+ ·38	+ ·34	+ ·25	+ ·15	+ ·045	− ·07	− ·12	− ·16	− ·21	− ·27	− ·36	− ·44	− ·46	− ·43	− ·39	0·87
+1·30	+1·25	+1·20	+0·90	+0·50	+0·10	−0·30	−0·60	−0·90	−1·15	−1·45	−1·70	−1·75	−1·55	−1·05	3·10
+2·10	+1·50	+0·75	+0·10	−0·30	−0·70	−1·20	−1·70	−2·10	−2·25	−2·35	−2·65	−2·75	−2·35	−1·15	5·00
−·03	−·04	−·09	−·10	+·105	−·115	−·05	−·04	−·05	−·06	−·09	−·08	−·02	+·03	+·04	0·07
−·05	−·05	−·05	−·30	−·40	−·40	−·40	−·30	−·30	−·25	−·30	−·25	−·05	+·20	+·50	0·26
−·10	−·60	−·75	−·65	−·40	−·40	−·50	−·50	−·40	−·15	−·10	−·30	−·10	+·40	+1·20	0·41
+0·15	+0·16	+0·12	+0·32	+0·615	+0·90	+1·25	+1·51	+1·76	+1·95	+2·16	+2·33	+2·36	+2·19	+1·73	+1·07
−0·45	+0·10	+0·80	+1·15	+1·15	+1·15	+1·25	+1·45	+1·55	+1·45	+1·25	+1·30	+1·35	+1·15	+0·45	+0·36

Media halten. Diese erscheinen an der Wasseroberfläche zirka $9^h 40^m$ a. und $9^h 40^m$ p., in der Luft darüber um eine ähnliche Zeit.[1] Dagegen treten die Media der Lufttemperatur zu Triest zirka 8^h a. und 8^h p. also um fast $1^3/_4$ Stunden früher auf. Diese Unterschiede sind also außerordentlich groß und zeigen in typischer Weise die langsame Erwärmung und stark verzögerte Abkühlung des Meeres, welch' letztere den Aufenthalt im Freien an weit in das Meer hinaus vorgeschobenen Punkten, wie zum Beispiel in Pirano, bis in die ersten Nachtstunden ohne Gefahr einer Verkühlung so angenehm gestalten. Schon die Tatsache, daß diese Verspätung auch in der Luft über dem Meere auftritt, deutet an, daß die heute geltende Ansicht, daß der Gang der Lufttemperatur über dem Wasser von dem Temperaturgange der Unterlage entschieden unabhängig sei[2], einer Einschränkung bedarf. Das bestätigt auch eine Betrachtung der periodischen täglichen Temperaturamplitude. Sie beträgt für die Wasseroberfläche 0·9°, für die Luft über dem Meere 3·2°, für die Luft in Triest aber 5·1°. Obwohl wir uns also einerseits in Triest noch hart am Meere und an unseren Stationen anderseits nur in ganz geringer Entfernung vom Lande befinden, und obwohl schließlich durch die Wirkung von Land- und Seewind eine Verringerung der Amplitude an der Küste und eine Vergrößerung über dem Meere (in Küstennähe) hervorgerufen wird, so beträgt dennoch der Unterschied der Amplituden nahezu 2°. Das kann nur daraus erklärt werden, daß der Temperaturgang der Unterlage ausschlaggebend für den Gang der Lufttemperatur ist. Wir werden im Folgenden dafür noch gewichtigere Gründe vorbringen, vorher aber zeigen, wie durch den täglichen Windwechsel der Temperaturgang beeinflußt wird.

---

[1] Der Wert $10^h 45^m$ p. erscheint allerdings zu groß.

[2] Vgl. O. Krümmel: Handb. d. Ozeanographie, 2. Aufl., Bd. I, p. 386.

Tabelle 25. **Elemente des täglichen Ganges der Luft- und Wassertemperatur im Sommer.**

		Lufttemperatur			Wassertemperatur
		Triest (Juli bis Aug.) 1886 bis 1895	Triest Mittel der 5 Beobachtungstage	Auf d. Meere Mittel d. 5 Beobachtungstage	Mittel der 5 Beobachtungstage
Eintrittszeit	Media	$7^h 24^m$ a.; $7^h 24^m$ p.	$7^h 55^m$ a.; $8^h 16^m$ p.	$9^h 9^m$ a.; $10^h 45^m$ p.	$9^h 43^m$ a.; $9^h 39^m$ p.
	Maximum	3^h p.	3^h p.	4^h p.	$3-4^h$ p.
	Minimum	4^h a.	5^h a.	5^h a.	5^h a.
Amplitude	Periodisch	6·0°	5·0°	3·1°	0·87°
	Aperiodisch	8·4°	5·8°	3·8°	1·4°
Stündliche Änderung der Temperatur	5^h a.— 9^h a.	+1·33	+0·95	+0·40	+0·06
	9^h a.—12^h m.	+0·13	+0·47	+0·37	+0·20
	6^h p.—10^h p.	−0·72	−0·55	−0·30	−0·10
	10^h p.— 5^h a.	−0·17	−0·29	−0·26	−0·065
	Mitteltemperatur	23·7	23·5	23·8	24·87

Um die Bedeutung des zirka zwischen 9^h—10^h a. einsetzenden Seewindes zu ermitteln, wurde die stündliche Temperaturzunahme vom Minimum bis 9^h a. und von 9^h a. bis 12^h m. getrennt berechnet. Dabei ergaben sich interessante Erscheinungen. Während in Triest der scharfe Temperaturanstieg bereits zwischen 5^h bis 6^ha. beginnt, aber infolge des Einsetzens des Seewindes schon gegen 10^h a. endet,[1] zeigt die Wasseroberfläche das entgegengesetzte Verhalten. Hier beträgt die stündliche Temperaturzunahme von 5^ha. bis 9^h a. nur 0·04°, von 9^h a. bis 12^h m. dagegen 0·23°, ist also in dieser Zeit sechsmal so groß. Während mithin auf dem Lande mit Eintritt des Seewindes ein »Köpfen« der Temperaturkurve[2] verbunden ist, tritt auf dem Meere gleichzeitig ein steilerer Temperaturanstieg auf. Und auch in diesem Falle zeigt sich wenigstens indirekt eine Beziehung der Lufttemperatur zur Unterlage. Denn die Lufttemperatur an den Stationen läßt keine nennenswerte Änderung des Temperaturanstieges mit Auftreten des Seewindes konstatieren. Offenbar halten sich der abkühlende Einfluß des von der offenen See kommenden Windes und der erwärmende Einfluß der rascheren Temperaturzunahme der Wasseroberfläche das Gleichgewicht.

Endlich zeigen sich in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von W. Schmidt[3] mehrere scharf unterschiedene Perioden im nächtlichen Temperaturgang, wobei die Perioden auf dem Wasser um zirka eine Stunde später als auf dem Lande eintreten. Wir verbinden die Besprechung dieser Erscheinung am besten mit einer vergleichenden Betrachtung der zweistündlichen Temperaturänderungen im offenen Ozean[4] und in unserem Gebiete wie sie in Tabelle 26 zusammengestellt sind. — Vor allem sind die Änderungen in unserem Gebiete bedeutend größer als im offenen Ozean (0·13° respektive 0·08°), da ja auf letzterem Bewölkung, Windstärke und Seegang viel bedeutender ist als in dem heiteren, ruhigen adriatischen Klima und auch die Konvektion bei den geringen vertikalen Dichteunterschieden in der Oberflächenschichte der Ozeane daselbst eine viel größere Rolle als in der scharf geschichteten Adria spielt. Um nun die stündlichen Temperaturänderungen beider Gebiete besser vergleichen zu können, wurden die Adriawerte mit dem Faktor 0·6 multipliziert. Wir erhalten dadurch auch für die Adria eine mittlere Änderung von 0·08° und eine Tagesamplitude von 0·5° (statt 0·9°) wie für den Ozean. Die dann noch verbleibenden Unterschiede in den korrespondierenden Werten müssen auf Eigentümlichkeiten im täglichen Temperaturgange unseres Gebietes zurückgeführt werden. Verfolgen wir nun diese Werte, indem wir vom Temperaturminimum ausgehen, das am Ozean und in der Adria gleichzeitig eintritt. Wir erkennen nun, daß von 4^h a. bis 10^h a.

---

1 Die enormen Gegensätze im zehnjährigen Mittel sind durch schlechte Aufstellung des Thermographen verursacht.

2 Vgl. auf Taf. VII den Gegensatz der Temperaturkurven für Triest und Wien.

3 Studien zum nächtlichen Temperaturgang. Met. Z., 1909, p. 368.

4 Nach O. Krümmel, Handb. d. Ozeanographie, II. Aufl., Bd. I, p. 383.

Tabelle 26. **Änderung der Oberflächentemperatur im offenen Ozean und im nordadriatischen Küstengebiet von 2 zu 2 Stunden.**

	4^h a.—6^h a.	6^h a.—8^h a.	8^h a.–10^h a.	10^ha.–12^h m.	12^hm.–2^h p.	2^h p.—4^h p.	4^h p.—6^h p.	6^h p.—8 ^{h}p.	8^h p.–10^h p.	10^h p.–12^h n.	12^h n.–2^h a.	2^h a.—4^h a.	Mittel
Offener Ozean	+·00	+·07	+·18	+·13	+·10	—·04	—·08	—·13	—·14	—·03	—·03	—.03	±·08
Nordadriatisches Küstengebiet	+·01	+·11	+·25	+·36	+·02	±·00	—·07	—·19	—·22	—·09	—·11	—·17	±·13
Letztere Werte, multipliziert mit 0·6	+·005	+·065	+·155	+·215	+·01	±·00	—·04	—·115	—·13	—·045	—·065	—·10	±·08
Nordadriatisches Küstengebiet: Bewölkung	3·4	2·8	2·5	2·4	2·7	2·9	4·1	4·8	4·5	4·6	4·2	3·6	3·5
Nordadriatisches Küstengebiet: Windstärke	2·2	1·3	1·3	1·4	1·6	1·9	1·6	1·0	1·7	2·1	2·6	2·8	1·8

NB.! An der nördlichen Adria setzt (im Mittel der Beobachtungstage) der Seewind zirka 8^h a., der Landwind vor 8^h p. ein.

in beiden Gebieten die Temperaturzunahme sehr ähnlich verläuft und demnach auch auf dem freien Ozean die oben bereits für die Adria nachgewiesene Tatsache gilt, daß die Temperatur der Wasseroberfläche in den ersten Stunden nach Sonnenaufgang bis 8^h a. langsamer steigt als in den späteren Vormittagstunden, während die Lufttemperatur an der Küste und in schwächerem Maße auch an Kontinentalstationen (zum Beispiel Wien) ihren stärksten Anstieg bereits zwischen 6^h bis 8^h a. erreicht. Wir möchten diese Unterschiede darauf zurückführen, daß bei niedrig stehender Sonne die Reflexion der Sonnenstrahlen von der Wasseroberfläche eine sehr große ist und mit der Sonnenhöhe abnimmt. Da aber mit zunehmender Lufttemperatur um die Mittagszeit nicht nur am Lande sondern auch am Ozean aufsteigende Luftströmungen hervorgerufen werden, wobei Bewölkung und Windstärke zunehmen und daher die Sonnenstrahlung stärker abgehalten und durch Seegang die angewärmte Oberflächenschichte des Meeres mit der Unterlage gemischt wird, so tritt schließlich auch eine Abschwächung der Temperaturzunahme ein, die am Ozean zirka um 10^h a. im nordadriatischen Küstengebiete um 11^h a. (vergl. Tabelle 24) beginnt. Ein Vergleich mit den Angaben über Bewölkung und Windstärke zeigt, daß tatsächlich in unserem Gebiete diese beiden Faktoren wenigstens im Mittel unserer Beobachtungstage erst von Mittag ab stärker zunehmen, womit der scharfe Knick der Temperaturkurve zusammenhängt, der im Mittel einer größeren Zahl von Beobachtungen wohl nur abgeschwächt auftreten würde. Näher wurden diese Vorgänge bereits p. 30 besprochen, worauf wir hier kurz verweisen. Der Temperaturabfall beginnt nach unserer Tabelle am Ozean früher als in unserem Gebiete. Das dürfte aber nur scheinbar und daraus zu erklären sein, daß die ozeanische Reihe sich auf viele Beobachtungen aus den Tropen stützt, wo der Sonnenuntergang mehrere Stunden früher als in unserem Gebiete eintritt. Die Intensität der Temperaturabnahme nimmt weiterhin in beiden Gebieten gleichmäßig zu, erreicht um 10^h p. das Maximum, und wird nachher rasch wieder schwächer. Wir finden also die für den Temperaturgang der Luft über dem Festlande bereits nachgewiesene Erscheinung (vergl. auch Tabelle 25), daß auf eine Periode rascheren Temperaturabfalles um die Zeit des Sonnenunterganges eine Periode langsamerer Abnahme ($9^h/10^h$ p. bis $3^h/4^h$ a.) folgt, auch für die Wasseroberfläche bestätigt. Da für die Meeresoberfläche die bisher für die Luft herangezogenen Gründe nicht gelten können und auch nicht gut denkbar ist, daß bei der ganz verschiedenen vertikalen Dichtezunahme am Ozean und an der Adria die Verminderung der Wärmeabnahme allein auf der hier und dort gleichzeitig lebhaft einsetzenden Konvektion beruhe, so wird es nötig sein, diese Frage noch weiteren Untersuchungen zu unterziehen. Die nur in unserem Gebiete wahrnehmbare verstärkte Temperaturabnahme zwischen 2^h bis 4^h a. darf nicht als allgemein giltig angenommen werden, vielmehr ist sie eine Eigentümlichkeit unserer Beobachtungstage, die um diese Zeit bei Aufheiterung

gleichzeitig ein bedeutendes Zunehmen des Landwindes aufweisen, welch beide Umstände einer raschen Temperaturabnahme günstig sind.

Betrachten wir nun die Temperaturdifferenzen zwischen Wasseroberfläche und Luft. Im Tagesmittel ergibt sich ein Temperaturüberschuß von 1·1° zugunsten des Wassers. Verfolgen wir den Verlauf der Differenzen während des Tages, so zeigt sich vor allem, daß die Lufttemperatur stets unter Wassertemperatur bleibt, wobei allerdings die Differenzen an den späteren Nachmittagsstunden sehr gering werden (Mittel der Stunden 2^h bis 8^h p. : 0·21°), so daß es wohl denkbar wäre, daß sich in einem wahren Sommermittel für diese Tagesstunden sogar ein kleiner Temperaturüberschuß der Luft finden würde. Aber an der Tatsache, daß im Sommer die Lufttemperatur im Mittel kühler als die Wassertemperatur ist, würde sicher nichts geändert werden. Allerdings werden auf offener See die Differenzen zwischen Wasser- und Lufttemperatur geringer sein. Denn in Küstennähe wird die Differenz dadurch vergrößert, daß nachts der Landwind kalte Luft vom Lande auf das Meer hinaus führt, während tagsüber, wenn sich das Land höher als das Meer erwärmt, die Meeresluft von dieser höheren Temperatur keinen Vorteil zieht, weil nun der landeinwärts gerichtete Seewind herrscht. Diese Überlegung bestätigen auch unsere Beobachtungen. So zeigt sich die Einwirkung des Landwindes darin, daß mit seinem Einsetzen (zirka 8^h p.) die Differenzen rasch zu wachsen beginnen, während seiner Herrschaft dauernd hoch bleiben und erst um jene Zeit wieder schnell abnehmen, wo der Landwind auf Seewind dreht (6^h bis 8^h a.). Infolgedessen steigt der Temperaturüberschuß des Wassers bei Sonnenaufgang (4^h bis 5^h a.) auf 2·35° und beträgt selbst im Mittel der Stunden 11^h p. bis 8^h a. noch 1·9°. J. Hann[1] erhält dagegen aus dem Material der Challengerexpedition für den Nordatlantischen Ozean, das die Monate März bis August umfaßt und sich auf eine mittlere geographische Breite von 30° Nord bezieht, für dieselben Nachtstunden eine Differenz von bloß 0·8°. Das kann nur damit erklärt werden,[2] daß hier die Luft nicht solchen nächtlichen Kälteinvasionen ausgesetzt ist wie an der Küste, so daß die warmhaltende Wirkung der Unterlage voll zur Geltung kommen kann. Aber selbst an unseren küstennahen Stationen, auf denen, wie wir eben gesehen haben, der Landwind noch stark fühlbar ist, läßt sich dieser nächtlich erwärmende Einfluß des Meeres noch sehr deutlich nachweisen. Denn im Mittel unserer Beobachtungstage ist während der Nachtstunden von 8^h p. bis 6^h a. die Lufttemperatur über dem Meere um 1·3° wärmer als in Triest. Anderseits ist tagsüber (8^h a. bis 5^h p.) die Luft in Triest um 0·7° wärmer als auf dem Meere. Die enge Beziehung zur Unterlage ist unverkennbar. Im Tagesmittel aber ist die Luft in Triest und über dem Meere gleich warm. Wir erhalten zwar aus unserer Tabelle einen Überschuß von + 0·36° zugunsten den Meeres. Da sich aber die Triester Werte auf eine Seehöhe von 68 *m* beziehen (Observatorium), so muß an ihnen eine Korrektion von + 0·34° angebracht werden, so daß sich Gleichheit ergibt. Dieses Ergebnis ist interessant, denn es zeigt, daß selbst im Sommer die Luft am Meere nicht kühler als an der Küste ist. Das geringere Ansteigen der Lufttemperatur bei Tag wird wettgemacht durch das schwächere Abfallen bei Nacht. Weiter im Innern des Landes allerdings werden die (auf das Meeresniveau reduzierten) Mitteltemperaturen höher sein. Denn an der Küste werden durch den Seewind tagsüber die Temperaturen herabgemindert, während nachts der erwärmende Einfluß des Meeres durch das Vorherrschen des Landwindes größtenteils ausgeschaltet ist.

b) An heiteren Sommertagen.

(Vergl. Tabelle 27 und Tafel VIII.)

Zur Verwendung konnten die Beobachtungen I (Grado), IV (Pirano) und V (Umago) gelangen, da sie alle an heiteren und windstillen Tagen angestellt sind. Das Bewölkungsmittel dieser drei Tage beträgt 1·6, die mittlere Windstärke 1·4. Das Rechnungsverfahren war dasselbe wie im vorhergehenden Falle, doch wurden die Werte natürlich nicht von der unperiodischen Änderung befreit, da gerade letztere die

---

[1] Vgl. Lehrb. d. Meteorologie, 2. Aufl., 1906, p. 56.

[2] Das Maß der Bewölkung unterscheidet sich in dieser Breite nur wenig von der Bewölkung an der Adria.

zu untersuchende Wirkung der speziellen meteorologischen Verhältnisse, unter denen die genannten Beobachtungen stehen, gut zum Ausdrucke bringt.

Die Eintrittstermine der Extreme und Media sind nahezu dieselben wie für das Sommermittel. Das Maximum der Wassertemperatur erscheint 3^h p., die höchste Lufttemperatur am Meere und in Triest 4^h nachmittags. Die Minima treten überall gegen 5^h morgens auf. Die Media der Wasseroberfläche finden sich 10^h a. m. und 9^h 30^m p. m., die Media der Lufttemperatur 9^h 30^m vormittags und abends. In Triest treten sie $1^1/_2$ Stunden früher (8^h a., 8^h p.) ein. Die Temperaturänderungen im Laufe des Tages weisen dieselben Perioden wie im Sommermittel auf, kommen aber, wie die kleine Tabelle 28 zeigt, noch besser zum Ausdrucke. So ist die temperaturerniedrigende Wirkung des Seewindes auf die Küste noch schärfer zu erkennen, ebenso das entgegengesetzte Verhalten der Meeresoberfläche. Hier erreicht vormittags zwischen 8^h a. bis 11^h a. die stündliche Temperaturzunahme fast 0·3°. Besonders gut zeigt sich der Gegensatz der beiden nächtlichen Perioden: der rasche Abfall vor 10^h p. und die kaum halb so starke Abnahme nach 10^h p. Die Amplitude der Wassertemperatur ist größer als im Sommermittel, da infolge der geringen Bewölkung die Wärmeein- und Ausstrahlung wenig behindert und auch bei den schwachen Winden der Seegang nur ganz unbedeutend ist. Die periodische Amplitude beträgt 1·26°, die unperiodische 1·8°. Auch die Lufttemperatur zu Triest weist eine etwas größere tägliche Schwankung als im Mittel auf. Umso auffallender muß es erscheinen, daß die Amplitude der Lufttemperatur über dem Meere kleiner als im Mittel ist. Die Ursache wird sich bei der Besprechung der trüben Tage ergeben.

Wenden wir uns nun den Temperaturdifferenzen zwischen Wasser und Luft zu, so erhalten wir vor allem die wichtige Tatsache, daß, trotzdem Bewölkung und Windstärke nur sehr gering sind, dennoch die Wasseroberfläche wärmer als die überlagernde Luft ist; und zwar ergibt sich der Unterschied zu 0·36°. Auf die Ursachen dieses von den bisherigen Erfahrungen abweichenden Ergebnisses werden wir weiter unten zu sprechen kommen. Hier wollen wir bloß bemerken, daß allerdings nur von 9^h p. bis 10^h a., also fast nur nachts die Wasser- die Lufttemperatur übertrifft, daß aber dieser Unterschied im Mittel der Stunden 11^h p. bis 8^h a. immerhin 1·0° beträgt und zur Zeit des Sonnenaufganges bis auf 1·2° steigt. In Triest sinkt aber nachts die Lufttemperatur noch tiefer, und von 8^h p. bis 6^h a. ist sie um 1·1° kühler als am Meere. Ein weiterer Beweis für die nachts warmhaltende Wirkung des Meeres. Dagegen ist die Luft von 11^h a. bis 8^h p. wärmer als das Meer und zwar im Mittel um 0·21°. Diese höhere Temperatur kann die Luft weder von der Unterlage noch vom höher erwärmten Lande her erhalten, da ja um diese Zeit der Seewind landeinwärts weht. Es kann sich demnach bei hochstehender Sonne, heiterem Himmel und (geringer Windbewegung) die Luft durch direkte und von der Wasserfläche reflektierte Strahlung höher als die Unterlage erwärmen, aber diese Differenz erreicht selbst zur Zeit ihres Maximums (4^h p. : 0·37°) kaum 0·4°. Dagegen steigt an solchen Tagen die Lufttemperatur im Küstengebiete (7^h a. bis 6^h p.) viel höher an, als die Lufttemperatur über dem benachbarten Meere und von 9^h a. bis 1^h p. beträgt der Unterschied 1·4°. Also gerade an heißen Tagen macht sich die kühlende Wirkung des Meeres auf die überlagernde Luft am meisten fühlbar und dann ist selbst im Tagesmittel die Luft über dem Meere noch um zirka 0·3° kühler als an der Küste.[1] Jedenfalls ergibt sich, daß an heiteren, windstillen Sommertagen der Temperaturüberschuß des Wassers über die Luft bedeutend kleiner und die Luft an der Küste etwas wärmer als die Luft über dem Meere ist. Damit stimmen die Unterschiede in der unperiodischen Änderung der Temperatur des Wassers und der Luft überein. Denn während die Wasseroberfläche nach Ablauf eines solchen Tages im Durchschnitte nur um 0·3° wärmer geworden ist, hat sich die Luft gleichzeitig um 0·8° erwärmt.

---

[1] Unter Reduktion der Triester Werte auf das Meeresniveau.

Tabelle 27. **Die Beziehungen zwischen Luft-**

	7h a.	8h	9h	10h	11h	12h	1h p.	2h	3h	4h
Täglicher Gang der Wassertemperatur an der Oberfläche (Mittel der Stationen I, IV, V), ausgedrückt durch Abweichungen vom Mittelwert	−0·70	− ·58	− ·53	+ ·09	+ ·20	+ ·37	+ ·47	+ ·57	+ ·55	+ ·57
Täglicher Gang der Lufttemperatur an denselben Stationen	−1·40	−0·90	−0·30	+0·20	+0·80	+0·70	+0·60	+1·10	+1·20	+1·25
Täglicher Gang der Lufttemperatur im Mittel derselben Tage in Triest	−1·40	+0·30	+1·10	+1·70	+1·80	+2·20	+2·30	+2·10	+2·40	+2·60
Einmal ausgeglichen und von der unperiodischen										
Wassertemperatur	−0·70	− ·60	− ·39	− ·04	+ ·215	+ ·35	+ ·47	+ ·54	+ ·56	+ ·55
Lufttemperatur	−1·40	−0·90	−0·30	+0·20	+0·60	+0·70	+0·75	+1·00	+1·20	+1·25
Lufttemperatur in Triest	−1·40	+0·10	+1·05	+1·60	+1·90	+2·10	+2·20	+2·20	+2·40	+2·45
Stündliche Änderung der Temperatur der Wasseroberfläche	+0·10	+ ·21	+ ·35	+ ·255	+ ·135	+ ·12	+ ·07	+ ·02	− ·01	
Stündliche Änderung der Lufttemperatur an den Stationen	+0·50	+ ·60	+ ·50	+ ·40	+ ·10	+ ·05	+ ·25	+ ·20	+ ·05	
Stündliche Änderung der Lufttemperatur in Triest	+1·50	+ ·95	+ ·55	+ ·30	+ ·20	+ ·10	± ·00	+ ·20	+ ·05	
Differenzen der Wasser- u. Lufttemperatur an den Stationen	+1·03	+0·63	+0·24	+0·09	−0·055	−0·02	+0·05	−0·13	−0·31	−0·37
Differenzen der Lufttemperatur an den Stationen u. in Triest	−0·005	−1·05	−1·40	−1·45	−1·35	−1·40	−1·45	−1·25	−1·25	−1·25

Tabelle 28. **Elemente des täglichen Ganges der Luft- und Wassertemperatur an heiteren Sommertagen.**

		Lufttemperatur		Wassertemperatur
		Triest	Meer	
		Mittel der drei Beobachtungstage		
Stündliche Änderung der Temperat.	5h a. — 8h a.	+ 1·3°	+ 0·4°	+ 0·06°
	8h a. — 12h m.	+ 0·6°	+ 0·4°	+ 0·27° [1]
	6h p. — 10h p.	− 0·7°	− 0·4°	− 0·14°
	10h p. — 4h a.	− 0·25°	− 0·2°	− 0·07°
Amplitude	periodisch	5·4	2·7	1·26
	aperiodisch	5·8	3·6	1·80

[1] Dieser Wert gilt für die Zeit von 8h a. bis 11h a.

c) An trüben Sommertagen.

(Vergl. Tabelle 29, Tafel IX.)

Nur zwei Beobachtungsserien bieten sich zur Untersuchung dieser Frage dar. Es sind dies die Stationen XIV (Grado) und XV (Pirano), die ein Bewölkungsmittel von 6·7 und eine mittlere Windstärke von 2·5 aufweisen. Die Mitverwendung der ersteren ist in Anbetracht der nicht sehr bedeutenden

und Wassertemperatur an heiteren Sommertagen.

5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h	Amplitude
+ ·52	+ ·52	+ ·39	+ ·26	+ ·09	— ·11	— ·11	— ·14	— ·21	— ·25	— ·37	— ·58	— ·46	— ·48	— ·41	1·27
+1·30	+0·90	+1·30	+0·80	+0·30	—0·30	—0·40	—0·70	—0·90	—1·10	—1·30	—1·30	—1·50	—1·15	—0·60	2·80
+2·20	+1·90	+0·80	+0·10	—0·60	—1·30	—1·70	—1·90	—2·00	—2·10	—2·00	—2·90	—3·00	—2·80	—0·60	5·60
Änderung befreit nach Formel $(a+2b+c):4$															
+ ·53	+ ·49	+ ·39	+ ·25	+ ·08	— ·06	— ·12	— ·15	— ·20	— ·27	— ·39	— ·50	— ·49$_5$	— ·46	— ·41	1·26
+1·20	+1·10	+1·10	+0·80	+0·30	—0·20	—0·45	—0·70	—0·90	—1·10	—1·25	—1·35	—1·40	—1·10	—0·60	2·70
+2·20	+1·70	+0·90	+0·10	—0·60	—1·20	—1·65	—1·90	—2·00	—2·05	—2·25	—2·70	—2·90	—2·30	—0·60	5·40
															Mittel
—·02	— ·04	— ·10	— ·14	— ·17	— ·14	— ·06	— ·03	— ·05	— ·07	— ·12	— ·11	+·00$_5$	+·03$_5$	+·05	0·10
—·05	— ·10	± ·00	— ·30	— ·50	— ·50	— ·25	— ·25	— ·20	— ·20	— ·15	— ·10	—·05	+·30	+·50	0·25
—·25	— ·50	— ·80	— ·80	— ·70	— ·60	— ·45	— ·25	— ·10	— ·05	— ·20	— ·45	—·20	+·60	+·17	0·48
—0·34	—0·28	—0·38	—0·22	+0·11	+0·47	+0·66	+0·88	+1·03	+1·16	+1·19	+1·18	+1·23$_5$	+0·97	+0·52	+ 0·36
—1·05	—0·65	+0·15	+0·65	+0·85	+0·95	+1·15	+1·15	+1·05	+0·90	+0·95	+1·30	+1·45	+1·15	—0·00$_5$	— 0·08

Bewölkung (3·9) nicht ganz einwandfrei, aber sie schließt sich, wie schon bei ihrer Analyse ausgeführt viel mehr an Station XV als an die oben behandelten Beobachtungen an. Die Werte mußten wegen der Störungen infolge des schwankenden Wetters zweimal ausgeglichen werden. Die unperiodische Änderung wurde natürlich nicht eliminiert.

Über die Eintrittszeit des Maximums läßt sich keine bestimmte Aussage machen. Die Minima treten wieder um 5^h a. auf. Interessant ist das Verhalten der Media. Im Gegensatz zu unseren bisherigen Ergebnissen treten sie nun am Lande später (8^h 40^m a., 10^h p.) als im Wasser auf (8^h a., 8^h p.) und die Luft über dem Wasser hinkt der Unterlage nach, während bei heiterem Wetter der Eintritt der Mittelwerte in beiden Medien ziemlich gleichzeitig erfolgt.

Es scheint sich darin der Umstand zu spiegeln, daß an trüben Tagen, bei fast gänzlich behinderter Wirkung der Sonnenstrahlung, das Meer die hauptsächlichste Wärmequelle ist. Die Amplitude der Wassertemperatur ist nur halb so groß als an klaren Tagen (0·6°) und auch die Amplitude der Lufttemperatur zu Triest (4·3°) ist bedeutend kleiner. Dagegen hat die Lufttemperatur über dem Meere eine größere Schwankung (3·9°) als bei heiterem Wetter (2·7°). Dieses Verhältnis kann natürlich keine Folge der Bewölkungsunterschiede sein, vielmehr zeigt sich darin sehr prägnant die Wirkung der Winde. Es geht nämlich diese große Amplitude besonders auf Station XV zurück. Dort herrschten die ganzen 24 Stunden hindurch sehr heftige südöstliche Winde, die als Landwinde bei Tag relativ warme, bei Nacht sehr kalte Luft mit sich führen, wodurch natürlich die Amplitude der Lufttemperatur am Meere sehr vergrößert wurde. Auch an Station XIV brachten überdies die kräftigen nächtlichen Landwinde eine starke Herabminderung und damit eine große Tagesschwankung der Lufttemperatur. Die stündlichen Änderungen der

Tabelle 29. **Die Beziehungen zwischen Luft- und**

	7h a.	8h	9h	10h	11h	12h	1h p.	2h	3h	4h
Täglicher Gang der Wassertemperatur an der Oberfläche (Mittel der Stationen XIV, XV) ausgedrückt durch Abweichungen vom Mittelwert	−0·055	−·035	+·035	+·115	+·365	+·455	+·175	+·155	+·095	+·205
Täglicher Gang der Lufttemperatur an denselben Stationen	−0·50	−0·45	−0·05	+0·85	+0·60	+0·85	+0·80	+1·25	+1·30	+1·60
Täglicher Gang der Lufttemperatur im Mittel derselben Tage in Triest	−0·95	−0·45	+0·25	+0·80	+1·75	+2·10	+2·00	+2·25	+1·85	+1·85
										Zweimal
Wassertemperatur	−0·055	− ·015	+ ·055	+ ·17	+ ·29	+ ·32	+ ·245	+ ·17	+ ·145	+ ·14
Lufttemperatur	−0·50	−0·30	+0·10	+0·50	+0·70	+0·80	+0·95	+1·15	+1·35	+1·45
Lufttemperatur in Triest	−0·95	−0·40	+0·20	+0·90	+1·50	+1·90	+2·10	+2·09	+2·00	+1·90
Stündliche Änderung der Temperatur der Wasseroberfläche	+ ·04	+ ·07	+·115	+ ·12	+ ·03	−·075	−·075	−·025	−·015	
Stündliche Änderung der Lufttemperatur an den Stationen	+ ·20	+ ·40	+·40	+ ·20	+ ·10	+·15	+·20	+·20	+·10	
Stündliche Änderung der Lufttemperatur in Triest	+ ·55	+ ·60	+·70	+ ·60	+ ·40	+·20	−·05	−·05	−·10	
Differenzen der Wasser- und Lufttemperatur an den Stationen	+2·73	+2·57	+2·24	+1·96	+1·88	+1·81	+1·58	+1·31	+1·08	+0·98
Differenzen der Lufttemperatur an den Stationen und in Triest	+1·30	+0·95	+0·75	+0·45	+0·05	−0·25	−0·30	−0·05	+0·20	+0·40

Temperatur sind viel gleichmäßiger als an heiteren Tagen, es machen sich daher die einzelnen Perioden des täglichen Temperaturganges nur ganz schwach bemerkbar. Der vormittägige Temperaturanstieg ist ziemlich gleichförmig und beträgt für die Wasseroberfläche im Maximum (10 bis 11 a.) 0·12°. Von einer Zweiteilung des nächtlichen Temperaturabfalles kann nicht gesprochen werden. Der Temperaturüberschuß des Wassers gegenüber der Luft und des Meeres gegenüber dem Lande ist sehr groß. Die mittlere Temperaturdifferenz zwischen Wasser und Luft beträgt 2·3°. Selbst im Minimum (5^h p.) sinkt sie nicht unter 0·9°, steigt von 8^h p. an rasch an und erreicht um Sonnenaufgang fast 4·4°. Die Lufttemperatur ist in Triest im Mittel um 0·85° kühler als am Meere. Nur während zweier Mittagsstunden (12^h m. bis 2^h p.) ist es in Triest etwas wärmer als am Meere, dagegen in der Nacht bis über 2° kälter. Die Abhaltung der Sonnenstrahlung infolge der hohen Bewölkung macht sich eben viel stärker in der Luft als in der Wassertemperatur bemerkbar. Die Lufttemperatur über dem Wasser würde aber unter gleichen Verhältnissen auf offener See viel weniger sinken, denn in unserem Küstengebiete sind die tiefen Lufttemperaturen vorzüglich durch die Kälteinvasionen vom Lande her hervorgerufen. — Diese verschieden starke Wirkung hoher Bewölkung auf Wasser und Luft zeigt sich endlich auch in der unperiodischen Änderung der Temperatur. Denn während infolge eines bewölkten Tages die Wassertemperatur um nicht einmal 0·2° sinkt, fällt die Lufttemperatur um 1·4°. Dieses Ergebnis bestätigt aber auch die Erfahrung, daß eine über das Meer sich fortpflanzende Kältewelle von kurzer Dauer die Oberflächentemperaturen nicht wesentlich zu beeinflussen vermag.

Wassertemperatur an trüben Sommertagen.

5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h	Amplitude
+·105	+·115	+·045	—·005	—·035	—·065	—·085	—·105	—·125	—·195	—·235	—·275	—·295	—·275	—·235	0·75
+1·55	+1·35	+1·45	+1·10	+0·70	+0·65	—0·20	—0·45	—0·90	—1·20	—2·05	—2·45	—2·35	—2·50	—1·90	4·10
+2·00	+1·50	+0·35	+0·20	+0·05	+0·20	—0·20	—1·60	—2·55	—2·45	—2·40	—2·30	—2·50	—2·35	—1·80	4·80
ausgeglichen															
+ ·125	+ ·09	+ ·05	+ ·005	— ·03	— ·06	—·085	— ·11	— ·145	— ·19	— ·23	— ·265	— ·28	— ·265	— ·235	0·60
+1·50	+1·40	+1·30	+1·10	+0·80	+0·40	—0·05	—0·50	—0·90	—1·40	—1·90	—2·25	—2·35	—2·20	—1·90	3·90
+1·75	+1·30	+0·70	+0·30	+0·10	—0·05	—0·60	—1·45	—2·15	—2·40	—2·40	—2·40	—2·35	—2·20	—1·80	4·30
															Mittel
—·015	—·035	— ·04	—·045	—·035	— ·03	—·025	— ·03	—·035	—·045	— ·04	—·035	—·015	+·015	+ ·03	0·04
+·05	—·10	— ·10	—·20	—·30	— ·40	—·45	— ·45	—·40	—·50	— ·50	—·35	—·10	+·15	+ ·30	0·26
—·15	—·45	— ·60	—·40	—·20	— ·15	—·55	— ·85	—·70	—·25	± ·00	±·00	+·05	+·15	+ ·40	0·34
+0·91	+0·98	+1·04	+1·19	+1·46	+1·83	+2·25	+2·675	+3·04	+3·50	+3·96	+4·27	+4·36	+4·20	+3·95	+ 2·29
+0·60	+0·95	+1·45	+1·65	+1·55	+1·30	+1·40	+1·80	+2·10	+1·85	+1·35	+1·00	+0·85	+0·85	+0·75	+ 0·85°

d) Der Gang der Luft- und Wassertemperatur im Winter.

(Vergl. Tabelle 30 und Tafel X.)

Von den drei bei Pirano angestellten Beobachtungen (VIII, IX, XIII), die dafür verwendbar sind, fällt je eine auf die Monate Jänner, Februar und März. Die mittlere Bewölkung beträgt 5·2,[1] die mittlere Windstärke 0·8. Die stündlichen Änderungen der Lufttemperatur in Triest, die aus den ausgeglichenen und von der unperiodischen Änderung befreiten Werten berechnet wurden, stimmen mit den von Mazelle analog abgeleiteten zehnjährigen Mittelwerten für die Monate Jänner und Februar so gut überein, daß man die Sicherheit hat, daß der durch unsere Reihe dargestellte tägliche Gang tatsächlich die typischen Winterverhältnisse recht gut wiedergibt.

Die Maxima scheinen im Winter kaum viel früher als im Sommer einzutreten (3 bis 4^h p.); über die Minima läßt sich keine Angabe machen, da gegen 2^h morgens in unserer Reihe eine schwache, nicht normale Temperaturerhöhung einsetzt. Der Eintritt in die Mitteltemperatur erfolgt etwas später als im Sommer (9^h bis 10^h a.), dagegen wird sie zirka eine Stunde früher (8^h 30^m p.) verlassen. Darin zeigt sich der Einfluß der kürzeren Tage. Die Amplituden sind durchwegs kleiner. Die Tagesschwankung der Wasseroberfläche beträgt 0·67°. Ihr Tagesgang zeigt eine Periode starken Anstieges von 8^h a. bis 2^h p. und eine Periode raschen Abfalles von 4^h bis 10^h p., beide mit einer stündlichen Temperaturänderung von

[1] Wenn man die Beobachtung VIII, welche nur die 12 Stunden von 7^h a. bis 7^h p. umfaßt, mit ganzem Gewichte einsetzt, so erhält man die Bewölkung 6·0.

Tabelle 30. **Die Beziehungen zwischen**

	7^h a.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h p.	2^h	3^h	4^h
Täglicher Gang der Wassertemperatur an der Oberfläche (Mittel der Stationen VIII, IX, XII), ausgedrückt durch Abweichungen vom Mittelwert	−0·21	− ·18	− ·05	± ·00	+ ·05	+ ·16	+ ·25	+ ·35	+ ·40	+ ·35
Täglicher Gang der Lufttemperatur an denselben Stationen	−1·00	−0·70	−0·35	±0·00	+0·20	+0·30	+0·40	+0·65	+0·80	+1·30
Täglicher Gang der Lufttemperatur im Mittel derselben Stationen in Triest	−2·15	−1·45	−0·25	+0·65	+1·35	+1·45	+1·65	+1·85	+1·95	+1·85
						Ausgeglichen und von der				
Wassertemperatur	−0·21	− ·155	− ·07	± ·00	+ ·065	+ ·155	+ ·25	+ ·34	+ ·375	+ ·36
Lufttemperatur	−0·50	−0·20	+ ·10	+0·35	+0·55	+0·60	+0·70	+0·90	+1·10	+1·30
Lufttemperatur in Triest	−1·40	−0·60	+ ·35	+1·15	+1·70	+1·95	+2·05	+2·15	+2·15	+1·95
Stündliche Änderung der Temperatur der Wasseroberfläche	+ ·05	+ ·08	+ ·065	+ ·065	+ ·085	+ ·09	+ ·085	+ ·03	− ·02	
Stündliche Änderung der Lufttemperatur an den Stationen	+ ·30	+ ·30	+ ·25	+ ·20	+ ·05	+ ·10	+ ·20	+ ·20	+ ·20	
Stündliche Änderung der Lufttemperatur in Triest	+ ·80	+ ·95	+ ·80	+ ·55	+ ·25	+ ·10	+ ·10	± ·00	− ·20	
Differenzen der Wasser- und Lufttemperatur an den Stationen	+2·07	+1·82	+1·60	+1·42	+1·28	+1·32	+1·31	+1·19	+1·02	+0·80
Differenzen der Lufttemperatur an den Stationen und in Triest	+1·90	+1·40	+0·75	+0·20	−0·15	−0·35	−0·35	−0·25	−0·05	+0·35

0·08°. In der Lufttemperatur beginnt die kräftigere Zunahme, die namentlich zu Triest deutlich ausgeprägt ist, bereits zirka 7^h a. und endet schon gegen 11^h a. Die rasche abendliche Abnahme vollzieht sich im Wasser und in der Luft gleichzeitig. — Außerordentlich groß ist der Temperaturüberschuß des Wassers über die Luft und des Meeres über das Land. Im Mittel der drei Beobachtungen ist die Luft um 1·7° kühler als die Wasseroberfläche. Selbst am Nachmittag sinkt diese Differenz nicht unter 0·6° und nur während dreier Stunden ist sie kleiner als 1·0°, dagegen von 10^h p. bis 7^h a. größer als 2°. Von 8^h p. bis 12^h n. nimmt der Unterschied um 1·3° zu. Die Luft in Triest ist noch um 1° kälter als die Luft über dem Meere. Nur während einiger Mittagsstunden ist es an der Küste um nicht einmal 0·4° wärmer als am Meere, während es hier nachts fast bis zu 2·0° wärmer als dort wird. Die Beziehungen zwischen Luft und Wasser gestalten sich im Winter ähnlich wie an trüben Sommertagen. Die Ursache dieser Ähnlichkeit liegt darin, daß sowohl an bewölkten Sommertagen wie im Winter die Wärmeeinstrahlung der Sonne nur eine geringe Rolle spielt, während gleichzeitig das Meer als Wärmespender stark in den Vordergrund tritt.

2. Fehlerquellen bei der Bestimmung der Temperaturdifferenzen zwischen Luft und Wasser.

a) Verursacht durch die Wahl des Instrumentes und des Beobachtungsortes.

Wir haben oben das Ergebnis abgeleitet, daß nicht nur im Winter sondern auch im Sommer die Luft über dem Meere im Tagesmittel kühler als die Unterlage ist. Dieses Resultat steht aber in Widerspruch mit den meisten bisher gewonnenen Ergebnissen.

Luft- und Wassertemperatur im Winter.

5^h	6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	Amplitude
+ ·33	+ ·17	+ ·05	+ ·09	− ·05	− ·13	− ·17	− ·19	− ·28	− ·31	− ·25	− ·11	− ·19	− ·15	− ·115	0·71
+1·50	+0·80	+0·80	+0·35	+0·20	−0·65	−0·90	−1·10	−1·00	−0·70	−0·30	−0·40	−0·35	−0·40	+0·05	2·60
+1·35	+0·85	+0·35	−0·45	−0·95	−1·00	−1·10	−1·20	−1·30	−0·90	−0·80	−0·70	−0·80	−0·80	−0·60	4·10
unperiodischen Änderung befreit															
+ ·295	+ ·18	+ ·09	+ ·045	− ·035	− ·12	− ·165	− ·21	− ·26	− ·29	− ·23	− ·165	− ·16	− ·15	− ·115	0·67
+1·40	+1·00	+0·70	+0·40	−0·10	−0·60	−1·10	−1·20	−1·30	−1·00	−0·80	−0·80	−0·85	−0·80	−0·50	2·70
+1·50	+0·95	+0·30	−0·50	−1·00	−1·20	−1·35	−1·55	−1·60	−1·45	−1·30	−1·30	−1·45	−1·45	−1·40	3·80°
− ·07	− ·115	− ·095	− ·05	− ·08	− ·09	− ·05	− ·05	− ·055	− ·035	+ ·06	+ ·06	± ·00	+ ·005	+ ·035	0·06
+ ·10	− ·40	− ·30	− ·30	− ·50	− ·50	− ·50	− ·10	− ·10	+ ·30	+ ·20	± ·00	− ·05	+ ·05	+ ·30	0·23
− ·45	− ·55	− ·65	− ·80	− ·50	− ·20	− ·15	− ·20	− ·05	+ ·15	+ ·15	± ·00	− ·15	± ·00	+ ·05	0·33
+0·63	+0·92	+1·12	+1·37	+1·79	+2·20	+2·65	+2·70	+2·75	+2·41	+2·27	+2·33	+2·38	+1·92	+2·07	+ 1·73
+0·90	+1·05	+1·40	+1·90	+1·90	+1·60	+1·25	+1·35	+1·30	+1·45	+1·50	+1·50	+1·60	+1·65	+1·90	+ 1·00

So fand A. Gavazzi auf Grund der fünf Jahre umfassenden Beobachtungen der Adriakommission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien an vier Küsten- und Inselstationen (Fiume, Lesina, Castelnuovo, Corfu) und der 14jährigen Beobachtungen in Pola die Luft von April bis August wärmer als das Meer. Eine Reihe küstenferner Sommerbeobachtungen von Wolf und Luksch zeigten ihm dieselbe Erscheinung.[1] Die Unterschiede sind oft durch mehrere Monate hindurch weit größer als 1·0°. J. Hann[2] erhält aus den Beobachtungen von Buccich zu Lesina einen sommerlichen Temperaturüberschuß von 2·4° (nach der Adriakommission 1·5°). Dagegen ist im Frühjahr die Luft etwas kühler als das Wasser. Ricco und Saija finden auf Grund von Schiffsbeobachtungen die Luft über der Adria im Frühjahr um 0·5°, im Sommer um 0·3° wärmer als die Wasseroberfläche.[3] Auch für das Mittelmeer ergibt sich aus der Bearbeitung der Schiffstagebücher ein Temperaturüberschuß der Luft im Frühling (0·2°) und im Sommer (0·5°) und selbst im Winter ist das Wasser bloß um 1·3° wärmer als die Luft.[4] Schon viel früher hatte Aimé bei seinen Untersuchungen im algerischen Küstengebiete die Luft im Frühjahr und Sommer um 0·8° wärmer als die Wasseroberfläche gefunden.[5] Dickson findet bei seinen

[1] La temperatura della Superficie del Mare Adriatico. Riv. Geogr. Ital. IV (1897).

[2] Handbuch der Klimatologie, 2. Aufl., Bd. I, p. 133.

[3] »Osservazioni di temperatura e del colore delle acque fatte nell 'Adriatico e nel Jonio«, Atti R. Ac. Linc. 1898, Ser. V, Rend. Vol. VII, p. 339 bis 344. Die Lufttemperaturen sind 5 *m* über dem Meere im Schatten der Kommandobrücke beobachtet.

[4] Wind- Strom-, Luft- und Wassertemperatur auf den wichtigsten Dampferwegen des Mittelmeeres. Nach den Beobachtungen deutscher Dampfer, bearb. v. d. Deutsch. Seewarte. Beil. z. d. Ann. d. Hydr., 1905.

[5] Exploration de l'Algérie. Physique génerale, Bd. 1, Paris 1845, p. 116.

Arbeiten über die britischen Küstengewässer, daß nur im Westen von Irland und Schottland das Wasser während des ganzen Jahres wärmer als die Luft, dagegen besonders im Osten und Süden von April bis August kühler sei. Mit zunehmender Breite ergibt sich ihm ein erhöhter Überschuß der Wasser- über die Lufttemperatur und gleichzeitig nimmt die Dauer der Zeit ab, innerhalb der die Luft wärmer als das Wasser ist.[1] Mohn findet im europäischen Nordmeer das Wasser auch im Sommer wärmer als die Luft.[2] Diese kurze Übersicht zeigt deutlich, daß mit der Annäherung an die Pole der Wärmeüberschuß der Luft im Sommerhalbjahr immer kleiner wird und schließlich einem Defizit Platz macht. Dem entspricht auch das Ergebnis von G. Schott, der im tropischen Anteil des Atlantischen und Indischen Ozeans die Wasseroberfläche bloß um 0·8°, in deren außertropischen Gewässern aber um 1·6° wärmer als die Luft fand.[3] Dagegen ermittelte J. Hann, daß der Atlantische Ozean im Äquatorialgebiet (0 bis 10° nördl. Br.) um 0·59°, bei 30° nördl. Br. aber nur um 0·34° wärmer als die Luft sei, die im letzteren Falle von zirka 11^h a. bis 5^h p. höher als das Wasser temperiert ist.[4]

Wenn nun auch die oben erwähnte Tatsache, daß in den höheren Breiten der Wärmeüberschuß der Wasseroberfläche zunimmt, teilweise darauf zurückgeführt werden kann, daß, wie G. Schott nachweist, hier die Meeresströmungen polwärts setzen oder auch die Luftbewegung mehr äquatorwärts gerichtet ist,[5] so weisen die Resultate Dixon's für die britische West- und Ostküste ebenso wie Hann's Berechnungen darauf hin, daß noch andere Faktoren eine wichtige Rolle spielen. Es sind dies Bewölkung und Windstärke. Je größer Bewölkung und Windstärke sind, umso bedeutender werden überhaupt die Differenzen zwischen Wasser und Luft. Das zeigte uns schon die Besprechung der heiteren und trüben Tage. Nun nehmen im allgemeinen beide Faktoren polwärts zu; es müssen daher schon aus diesem Grunde die Differenzen mit der Breite wachsen. Unter dieser Annahme erklären sich auch die scheinbar widersprechenden Ergebnisse von Dixon und Hann. Denn die Westseite der britischen Inseln ist bewölkter und stürmischer als ihre Ostseite und das atlantische Äquatorialgebiet ist viel wolkenreicher als die Regionen um 30° nördl. Br.

Aber wir halten die Unterschiede, die sich zwischen wolken- und windreichen Klimaten einerseits und wolkenärmeren Meeresteilen anderseits ergeben, doch nur zum Teile für reell. Denn wir glauben, daß in letzteren Gebieten die geringen Differenzen und besonders der große Überschuß der Luft über die Wasserwärme während der Sommermonate vorzüglich darauf beruhen, daß die Ablesungen der Schiffsthermometer viel zu hohe Werte liefern. Es hat ja bereits G. Schott gezeigt, daß diese Lufttemperaturen zu hoch sind und daß die Fehler mit abnehmender Windstärke und zunehmender Sonnenhöhe sich bedeutend erhöhen. Es ist die ungenügende Durchlüftung, die Wärmestrahlung des Schiffes und die warme Luft der Maschinenräume, welche diese Fehlerquellen hervorruft. Schott's leider nicht publizierte Beobachtungen mit einem Assmann'schen Thermometer ergeben nun im Mittel um 0·5° niedrigere Temperaturen als die Ablesung am Schiffsthermometer, trotzdem letzteres möglichst günstig aufgestellt war und obwohl auch die Angaben des Assmann'schen Instrumentes unter der temperaturerhöhenden Wirkung des großen Schiffskörpers litten, so daß Schott selbst diese Werte noch um zirka 0·3° bei Windstille und um 0·1° bei mittleren Windstärken zu hoch hält.

---

[1] The Mean Temperature of the Surface Waters of the Sea round the British Coasts and its Relation to the Mean Temperature of the Air. Quart. Jour. R. Met. Soc., Vol. 25 (1899), p. 277 bis 305: In 50° n. Br. beträgt der mittlere jährliche Überschuß 0·7°, in 55°: 2·1° und in 60°: 3·3°. Hier ist das Wasser das ganze Jahr wärmer als die Luft; in 55° ist im Hochsommer bereits die Luft etwas wärmer (Aug.: 0·2°) und in 50° dauert diese Periode bereits vom Frühjahr bis zum Herbst (Mai: 0·4°, Aug. 0·6°). Die Lufttemperaturen sind zum Teil an der Küste beobachtet. Die Wassertemperaturen bei Sonnenaufgang um 4^h p. gemessen.

[2] Krümmel, Handb. d. Ozeanogr., II. Aufl., Bd. I, p. 387.

[3] Wissenschaftl. Ergebnisse einer Forschungsreise zur See. Pet. Mitt. Ergh. N. 109, Gotha 1893. — Viel kleiner sind die von W. Köppen (Ann. Hydr., 1890, p. 445 bis 454) abgeleiteten Differenzen. Sie betragen nur 0·2 bis 0·3°.

[4] Lehrbuch der Meteorologie, 2. Aufl., Wien, 1906, p. 55/56.

[5] Op. cit., p. 107 ff. Er weist ersteren Fall speziell für den 20° S. B. nach (der Brasilstrom ist weit intensiver als der Benguelastrom), den zweiten für 20° N. B.

[6] Op. cit., p. 96 ff.

Wir waren bei unseren Untersuchungen nun nicht nur in der angenehmen Lage, ein großes Assmann'sches Instrument benützen zu können, sondern unsere Ablesungen hatten jedenfalls nur sehr wenig durch die Wärmewirkung des Schiffskörpers zu leiden, da wir ja den größten Teil unserer Arbeiten auf einem kleinen offenen Benzinmotorboote ausführten. Unsere Beobachtungen dürften daher nahezu wahre Lufttemperaturen darstellen und ein Vergleich mit Beobachtungen, die wir mit einfachen Luft- und mit Schleuderthermometern ausführten, wird zeigen, zu welchen Beträgen die Fehler in unserem Klimagebiete ansteigen können.

Ziemlich reichliches Material besitzen wir für den Sommer (Juli). Es wurden zu diesem Zwecke die gesamten Beobachtungen nach den natürlichen Gebieten des Golfes gesondert. Die Einzelbeobachtungen, die nur bei Tage (6^h a. bis 10^h p.) angestellt sind, wurden nach Stunden geordnet und dann die Stundenmittel gebildet. Aus letzteren wurden die Mittelwerte für die drei Zeitabschnite, in die der Tag zerlegt wurde, getrennt hergeleitet. Bei dieser Zerlegung mußte auch darauf Rücksicht genommen werden, daß die Aufteilung der Einzelbeobachtungen keine allzu ungünstige sei. Zur Berechnung des Halbtagmittels (9^h a. bis 10^h p.) wurden die wenigen fehlenden Stundenmitteln interpoliert. Die Resultate sind in Tabelle 31 *A* und *B* niedergelegt.

Tabelle 31 *A*, welche die Beobachtungen aus dem südlichen Teile des Golfes enthält, zeigt vor allem, daß unsere mit einem Aßmann'schen Instrumente ausgeführten Einzelbeobachtungen die Ergebnisse der vielstündigen Beobachtungen vollständig bestätigen. Und zwar schließen sie sich nach Höhe und Gang der Differenz sehr nahe an die bei heiterem, ruhigem Wetter angestellten 24stündigen Reihen an. Das erklärt sich daraus, daß sie alle noch auf dem kleinen Boote durchgeführt wurden, das nur bei sehr günstigem Wetter eine Ausfahrt gestattete. Die zugehörige Bewölkung und Windstärke ist daher eine ganz ähnliche wie dort. Das oben aus den vielstündigen Beobachtungen hergeleitete Urteil, daß selbst im Sommer die Lufttemperatur im Tagesmittel kühler als die Wassertemperatur sei, kann nun nicht mehr bezweifelt werden. Denn die Einzelbeobachtungen, die es voll bekräftigen, erstrecken sich auf einen ganzen Monat und die Gesamtheit aller verwerteten Beobachtungen beträgt 157. Wenn dies aber für das sonnige, windstille Adriaklima gilt, um wie viel mehr muß es für die wolkenreicheren und stürmischeren ozeanischen Flächen gelten. Dagegen würde sich aus den mit Benützung einfacher Luftthermometer gewonnenen Werten ergeben, daß die Luft über dem Adriatischen Meere im Sommer vom Morgen bis zum Abend wesentlich wärmer als das Wasser sei. Das zeigt

Tabelle 31. **Differenzen zwischen Wasser- und Lufttemperatur im Sommer.**

A. Südlicher Teil des Golfes.

+ bedeutet, daß das Wasser, — daß die Luft wärmer ist.

		6^h a.—9^h a.	10^h a.—5^h p.	6^h p.—10^h p.	9^h a.—10^h p.	11^h p.—8^h a.	Tagesmittel
(Mit Aßmann) Vierundzwanzigstündige Beobachtungen	$B = 3·6$; $W = 1·8$ Zahl der Beob.: 5	+1·6°	+0·5°	+0·4°	+0·5°	+1·9°	+1·1°
	$B = 1·6$; $W = 1·4$ Zahl der Beob.: 3	+0·7°	−0·2°	±0·0°	$B = 1·1$; $W = 1·2$ −0·1°	$B = 2·2$; $W = 1·7$ +1·0°	+0·35°
	$B = 6·7$; $W = 2·5$ Zahl der Beob.: 2	+3·2°	+1·4°	+1·2°	$B = 7·2$; $W = 2·0$ +1·4°	$B = 5·9$; $W = 3·2$ +3·5°	+2·3°
Einzelnbeobachtung	Mit Aßmann Zahl der Beob.	+0·55° 7	±0·0° 21	+0·3° 4	+0·2° 23	— —	— —
	Mit Schiffstherm. Zahl der Beob.	−0·3° 9	−1·1° 13	−0·75° 4	10^h a.—7^h p. −1·0° 17	— —	— —

B. Nördlicher Teil des Golfes.

Art der Beobachtung		Küstengebiet vor den Lagunen (bis 10 *m* Tiefe)			Lagunen (ohne Flußwasserdecke)			Lagunen (mit Flußwasserdecke)			Golf von Monfalcone (Flußwasserdecke)		
		Zahl	Zeit	Differenz	Zahl	Zeit	Differenz	Zahl	Zeit	Differenz	Zahl	Zeit	Differenz
		der Beobachtungen			der Beobachtungen			der Beobachtungen			der Beobachtungen		
Einzelbeobachtungen	Mit Luftthermometer [1]	11	7^{h}a.–6^{h}p.	+0·5°	6 (für beide Reihen)	11^{h}a.–4^{h}p.	+1·1°	—	—	—	5	12^{h}m.–2^{h}p.	−3·6°
	Mit Aßmann	12	7^{h}a.-12^{h}m	+0·85°				9	8^{h}a.–4^{h}p.	−1·3°	8	8^{h}a.–3^{h}p.	−2·4°
Vielstündige Beobachtungsreihen mit Aßmann		—	—	—	1 $B = 1·8$; $W = 0·8$	6^{h}a.–4^{h}p.	+1·3°	—	1 $B = 6$; $W = 1·0$	+1·0°	1 $W = 1·4$; $B = 0·35$	24^{h} Beob.	+1·1°
					2 $B = 2·7$; $W = 1·1$	24^{h} Beob.	+1·9°		—	—	—	—	—

[1] Die beobachteten Lufttemperaturen sind um 1·0° erniedrigt, also korrigiert in die Tabelle eingeführt.

wohl deutlich, wie sehr unsere bisherigen Anschauungen durch die zu hohen Angaben der Schiffsthermometer ungünstig beeinflußt wurden. Auf der Adria erhalten wir mit einem Assmann'schen Instrumente an einem schönen Sommertage durchschnittlich um 1·0° niedrigere Lufttemperaturen als mit einem einfachen Luftthermometer.

In Tabelle 31 *B* sind die Differenzen zwischen Wasser- und Lufttemperatur für die übrigen Teile des untersuchten Gebietes zusammengestellt. Gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen für den südlichen Hauptteil des Golfes zeigen das Seichtwassergebiet vor den Lagunen und die Lagunen selbst, soweit sie nicht von Süßwasser überdeckt sind. Dabei wächst der Temperaturüberschuß des Wassers mit abnehmender Wassertiefe. Am größten ist er in den seichten Lagunen. Die Ursache liegt jedenfalls in der Wärmerückstrahlung vom sichtbaren hellen Sand- und Schlammboden, wodurch sich das Seichtwasser bei Tag höher als tieferes Wasser erwärmt. In letzterem kann außer dem durch Konvektion und Wellenmischung die zugestrahlte Wärme auch einer mächtigeren Wasserschichte mitgeteilt werden. Daß die 24stündige Lagunenserie einen noch höheren Temperaturüberschuß als die bloß die wärmere Tageshälfte umfassenden Beobachtungen hat, ist ohneweiteres verständlich, da ja nachts stets die Differenzen am größten sind. Dagegen weisen die Einzelbeobachtungen aus den süßwasserüberdeckten Gebieten (Golf von Monfalcone und Natissagebiet der Lagunen) ein bedeutendes Wärmedefizit des Wassers gegenüber der Luft aus und zwar ist die Differenz größer im Golfe von Monfalcone, der die mächtigere Süßwasserdecke besitzt. Dieser Widerspruch gegen die vielstündigen Beobachtungen aus diesem Gebiete erklärt sich daraus, daß die Einzelbeobachtungen zum großen Teil nahe den Flußmündungen liegen, wo sich die sommerkühle Süßwasserdecke dauernd erhält, während die vielstündigen Beobachtungen bereits von weiter entfernten Punkten stammen, wo sich nur intermittierend Flußwasser ausbreitet. Es geht demnach tatsächlich mit der Annäherung an die Flußmündungen der Wärmeüberschuß der Wasseroberfläche in ein Defizit über, da natürlich bei den geringen horizontalen Entfernungen und den rasch vorsichgehenden Ausgleichbewegungen in der leichtbeweglichen Atmosphäre ein äquivalenter Temperaturabfall der Luft ausgeschlossen ist. Doch dürfen wir nicht generalisieren, denn diese Differenz hängt selbstverständlich

auch von der Natur der Flüsse ab. Von den drei für uns in Betracht kommenden Flüssen ist der Timavo ein unterirdisches daher, im Sommer sehr kaltes Gerinne, der Isonzo ein Alpenfluß, der sich allerdings auf seinem langen Lauf in der Ebene sehr erwärmt; die Natissa entspringt aus dem Grundwasser und ist daher ebenfalls im Sommer sehr kühl. In unserem Falle sind daher die Verhältnisse der Herausbildung großer Differenzen sehr günstig.

Werfen wir nun noch einen Blick auf die Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperaturen in den übrigen Jahreszeiten, wozu die Daten in Tabelle 32 zusammengestellt sind.[1] Mehr als 4° beträgt der Wärmeüberschuß des Wassers über die Luft im Oktober. Denn um diese Zeit ist das Meer noch sehr warm, das Land aber bereits stark abgekühlt, das Luftdruckminimum über der Adria vertieft sich daher und infolgedessen gewinnen die Landwinde immer mehr die Oberhand über die Seewinde und erstere

Tabelle 32. **Differenz zwischen Wasser- und Lufttemperatur in den übrigen Jahreszeiten.**

Benütztes Instrument	Beobachtungsgebiet	Jahreszeit der Beobachtungen	Tageszeit der Beobachtungen	Zahl der Beobachtungen	Differenz
Aßmann	Süden des Golfes	Oktober (1905)	7^h a.—5^h p.	21	4·3°
»	»	»	Mittel (8^h a. + 9^h + 10^h a.):3	8	4·9°
»	Nördliche Küstenbank	»	—	8	2·4°
Schleuderthermometer	Süden des Golfes	November (1904)	8^h a.—2^h p.	10	1·6°
»	»	»	(8^h a. + 9^h a. + 10^h a.) : 3	—	—
»	Nördliche Küstenbank	»	—	8	0·9°
Aßmann	Süden des Golfes	Jänner (1906/08)	7^h a.—5^h p.	21	4·25°
»	»	»	(8^h a. + 9^h a. + 10^h a.) : 3	8	4·2°
»	Nördliche Küstenbank	»	—	6	2·6°
Schleuderthermometer	Süden des Golfes	Februar (1905)	7^h a.—4^h p.	15	3·6°
»	»	»	(8^h a. + 9^h a. + 10^h a.) : 3	9	3·4°
»	Nördliches Küstengebiet	»	—	6	1·2°
Aßmann	Süden des Golfes	März (1906)	24^h Beobachtung	25	0·6°
»	»	»	(8^h a. + 9^h a. + 10^h a.) : 3	—	—
»	Nördliche Küstenbank	»	9^h a.—2^h p.	12	— 0·15°
Schleuderthermometer	Süden des Golfes	Mai (1905)	7^h a.—2^h p.	20	0·9°
»	»	»	(8^h a. + 9^h a. + 10^h a.) : 3	7	0·6°
»	Nördliche Küstenbank	»	—	10	0·9°

führen daher ständig kalte Luft vom Lande über das Meer. Die von A. Gavazzi berechneten Oktober, differenzen[2] betragen für die verschiedenen Küstenpunkte der Adria nur 1·5° bis 2·8°. Die Ursache für diese verschiedenen Ergebnisse liegt nicht nur in der Benützung eines Assmann'schen Instrumentes bei unseren Beobachtungen sondern auch in dem Umstande, daß jene Beobachtungen in unmittelbarer Küstennähe angestellt sind. Das zeigt sich am besten darin, daß auch wir für das Küstengebiet südlich der Lagunen eine Temperaturdifferenz von bloß 2·4° erhalten, die im Mündungsgebiet der Flüsse sogar auf zirka 1·0° bis 1·5° herabsinkt. Diese Erscheinung, daß der Wärmeüberschuß des Wassers gegen die nördliche Flachküste abnimmt, findet sich auch für alle folgenden Monate bis in den März. Die Ursache kann ebensowenig wie im Sommer bei der entgegengesetzten Erscheinung in großen horizontalen

[1] Die Berechnung erfolgte für die Einzelbeobachtungen wie bei den Sommerwerten. Die dritte Kolonne gibt die Tageszeit an, über die sich die Beobachtungen erstrecken. Das Mittel aus den Beobachtungen um 8^h, 9^h und 10^h a. wurde angeführt, weil es, wie Proben an den 24stündigen Beobachtungen ergeben, sehr nahe wahre Tagesmittel der Differenz zwischen Luft- und Wassertemperatur liefert.

[2] Vgl. p. 71, Anm. 1.

Temperaturunterschieden der leicht beweglichen Luft liegen. Vielmehr sind die horizontalen Temperaturunterschiede der Wasserfläche ausschlaggebend. In den Seichtgebieten ist eben auch die Abkühlung eine viel ausgiebigere, da sie auf eine viel dünnere Wasserschichte als in tieferen Partien konzentriert ist. Unsere Tabelle läßt schließen, daß der Wärmeüberschuß des Wassers erst von Februar an rasch abnimmt. Der Novemberwert, der sich bloß auf 10 mit Schleuderthermometer bestimmte und außerdem auf nur wenige warme Tagesstunden verteilte Lufttemperaturen stützt, ist offenbar zu klein. Dasselbe gilt für den März. Wir erhalten für diesen Monat aus unseren Einzelbeobachtungen sogar einen kleinen Temperaturüberschuß der Luft. Aber diese Beobachtungen erstrecken sich bloß auf die wärmste Tageszeit 9^h a. bis 2^h p.) und stammen alle von der Küstenbank. Unsere vielstündigen Märzbeobachtungen aus den Lagunen und von Pirano zeigten aber, daß um diese Jahreszeit der Temperaturüberschuß des Wassers gegen den offenen Golf noch zunimmt. Das Wasser ist bei Pirano im Tagesmittel um 0·6° wärmer als die Luft. Im Mai scheint, wie wohl auch im September, in dieser Hinsicht kein Unterschied zwischen Küstenbank und den tieferen Gebieten zu existieren, da die Oberflächentemperaturen dann im ganzen Golfe ziemlich gleichförmig sind.

Zusammenfassend können wir auf Grund von nahezu 400 Beobachtungen über die jahreszeitlichen Beziehungen zwischen Wasser- und Lufttemperatur in Küstengebieten folgendes sagen. Das Wasser ist, abgesehen von Gebieten mit Süßwasserdecke, das ganze Jahr hindurch wärmer als die Luft. Am geringsten ist der Überschuß im Frühjahr, wenn sich das Land rasch, das Wasser langsam erwärmt und daher die Landwinde warme Luft über das Meer hinführen.[1] Außerordentlich rasch wächst die Differenz im Herbste während der raschen Abkühlung des Landes, das nun Kältewellen über das Meer hinsendet. Der Unterschied bleibt von Oktober bis gegen Februar dauernd hoch und sinkt dann rasch den Frühlingswerten zu. Im Seichtwasser sind die Differenzen im Sommer etwas größer, im Winter bedeutend kleiner als im tiefen Gebiet. Es dürfen daher für solche Untersuchungen nicht Wassertemperaturen herangezogen werden, die aus ganz seichten Gebieten stammen. Im Mai und September verschwinden diese Differenzen nahezu. Unsere Werte sind Minimalwerte, da sie sich nur auf einen Teil der warmen Tageszeit beziehen.

b) Verursacht durch Beobachtung der Lufttemperatur in verschiedener Höhe über dem Wasserspiegel.

Bei der Durchführung unserer vielstündigen Beobachtungsreihen wurden wiederholt die Lufttemperaturen sowohl in 0·1 *m* als in 2 *m* über der Wasseroberfläche gemessen. Es ergaben sich systematische Unterschiede zwischen beiden Höhen, die aufmerksam machen, daß es nicht gleichgiltig ist, in welcher Höhe über dem Meeresspiegel die Lufttemperaturen gemessen werden. Da die ideale Forderung, die Lufttemperatur unmittelbar über der Wasseroberfläche zu messen, bei den großen und hochbordigen Schiffen der Gegenwart wohl kaum erfüllbar ist, so sollte wenigstens darnach getrachtet werden, alle Messungen in möglichst gleichem Abstande von der Wasserfläche vorzunehmen. Wir wollen hier kurz die Unterschiede aufweisen, die wir bei Messungen erhielten, die in einem vertikalen Abstande von bloß 2 *m* gewonnen wurden und hoffen damit am besten unsere Forderung zu stützen. So zeigen die Mittel der Beobachtungen der Stationen I, V und VI, daß im Sommer tagüber die Luft in 2 *m* Höhe etwas wärmer ist, doch beträgt der Unterschied (von 10^h a. bis 9^h p.) nur 0·05°. Dagegen sinkt nachts die Lufttemperatur hier beträchtlich tiefer als unmittelbar über der Wasseroberfläche herab, wo sie von 11^h p. bis 8^h a. um 0·3° von 3^h a. bis 6^h a. sogar um 0·4° wärmer als in 2 *m* Höhe ist. Die Tagesamplitude ist hier daher auch um fast 0·5° größer. Noch bedeutender sind die Unterschiede im Winter. 27 Beobachtungen (7^h a. bis 7^h p.) ergeben, daß in dieser Jahreszeit selbst tagsüber die Luft in 2 *m* Höhe um mehr als 0·3°

---

[1] Selbstverständlich sind hier nicht die periodischen nächtlichen Landwinde, sondern Winde, die unabhängig vom lokalen Luftdruckgradienten auf das Meer hinauswehen, gemeint.

niedriger als direkt über dem Wasser ist. Viel größer werden daher die Unterschiede bei Nacht sein. Beobachtungen dafür können wir leider nicht anführen.

Will man daher richtige Vorstellungen von der Beziehung zwischen Wasser- und Lufttemperatur erhalten, so müssen folgende Bedingungen erfüllt sein. 1. Die Lufttemperaturen müssen mit einem Aßmann'schen Aspirationsthermometer gemessen werden. Eine Reduktion von Beobachtungen mit anderen Instrumenten ist schwer durchführbar, da die Reduktionsgröße sich mit Klimagebiet, Jahres- und Tageszeit und mit der Witterung ändert. 2. Ein direkter Vergleich der Lufttemperatur von Küstenstationen und der Wassertemperatur des angrenzenden Meeres ist unstatthaft, vielmehr muß die Lufttemperatur stets an demselben Punkte wie die Wassertemperatur gemessen werden. 3. Die Beobachtung hat tunlichst nahe der Wasseroberfläche und stets in gleichem Abstande von derselben zu erfolgen. Die vertikalen Unterschiede sind besonders im Winter und nachts sowie bei ruhigem Wetter groß. 4. Untersuchungen aus seichtem und tiefem, scharf und schwach geschichtetem Wasser dürfen nicht miteinander vermengt werden, da in seichten und scharf geschichteten Gebieten die sommerlichen Differenzen etwas vergrößert, die winterlichen Unterschiede bedeutend verkleinert werden. 5. Beobachtungen von kleinen Booten sind solchen von großen Schiffen vorzuziehen (vergl. bei G. Schott, a. a. O.).

3. Der tägliche Temperaturgang in verschiedenen Tiefen.

Unsere Beobachtungen bieten endlich Gelegenheit, ein Urteil über das Ausmaß des von der Wärmestrahlung der Sonne direkt abhängigen täglichen Temperaturganges in größeren Tiefen zu gewinnen. Wir glauben, daß gerade für die Beantwortung dieser außerordentlich wichtigen Frage die Durchführung 24- und mehrstündiger Beobachtungen von großem Werte ist, da die bisher verwendeten Methoden, [1] die teils auf der Vergleichung zweier am selben Orte angestellter Beobachtungen, von denen die eine auf Sonnenaufgang, die andere auf Sonnenuntergang fällt, teils auf Vergleichung benachbarter, zu verschiedenen Tagesstunden ausgeführter Temperaturserien beruhen, leicht zu Fehlschlüssen führen können. Kam doch Luksch auf Grund solcher Vergleiche zur Anschauung, daß die täglichen Änderungen bis zu 100 *m* hinabreichen können, während nach der Theorie eine merkbare Wärmewirkung innerhalb eines Tages nicht viel über 20 *m* hinab zu erwarten wäre. [2] Zu ähnlichen Werten gelangte übrigens bereits Aimé [3] auf Grund von je zwei täglichen Beobachtungen im Mittelmeer und C. G. Knott [4] auf Grund des Materials der Polaexpedition. Letzterer erhält für 10 *m* Tiefe eine Tagesschwankung von 0·22°, für 20 *m* eine solche von 0·09°. Betrachtet man aber die Differenzen je einer Morgen- und Abendbeobachtung bei Aimé oder zwei benachbarter Polastationen, so ersieht man sofort, mit welch großer Unsicherheit solche Berechnungen behaftet sind, da diese Differenzen außerordentlich verschieden sind und jede Auswahl mehr oder weniger subjektiv sein wird. Die Analyse unserer vielstündigen Beobachtungen hat uns die Ursachen dieser Erscheinungen kennen gelernt. Es sind die fast stets vorhandenen wellenförmigen Verbiegungen der Dichteflächen, wobei es sich um Temperatur- und Salzgehaltseiches, Helmholtz'sche Wellen und Gezeitenerscheinungen handeln kann, die alle mit verschiedener Periode und Stärke auftreten. An den Küsten gesellen sich noch die von den wechselnden Winden hervorgerufenen Zirkulationsströmungen dazu. Wir müssen demnach an jeder Beobachtungsstelle den gesamten Temperaturgang innerhalb eines Tages für die einzelnen Tiefen kennen, um beurteilen zu können, ob die Wärmestrahlung der Sonne oder andere Vorgänge die auftretenden Differenzen verursachen.

---

[1] Zusammenfassung bei O. Krümmel, Handb. d. Ozeanographie, II. Aufl., p. 388 ff.

[2] W. Schmidt, Absorption der Sonnenstrahlung in Wasser. Sitzb. kais. Akad. Wiss., Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. CXVII, Abt. II*a*, 1908.

[3] Exploration de l'Algérie Physique générale, Bd. I, 1845.

[4] Proc. Roy. Soc. Edinb., Bd. 25, p. 173.

Unsere vielstündigen Beobachtungen aus dem offenen Golfe ermöglichten es, den täglichen Temperaturgang für die Oberfläche 2, 5, 10, 15, 20 und 30 *m* Tiefe auf Grund von 5 bis 9 Beobachtungsserien abzuleiten. Für die Tiefen bis 15 *m* konnten stets dieselben Stationen, die alle auf den Sommer fallen, benutzt werden. Für 15 *m* Tiefe wurde der Tagesgang auch aus einem Mittel von neun Serien berechnet, von denen sich drei auf Herbst und Winter beziehen und eine einer vielstündigen Beobachtung von Luksch und Wolf im Quarnero entnommen ist. Der Gang in 20 *m* und 30 *m* ist aus je sechs Serien hergeleitet. Die Stundenmittel wurden zweimal (die Oberflächenwerte nur einmal) nach der Formel $\frac{a+2b+c}{4}$ ausgeglichen. Von der unperiodischen Änderung wurden nur die Werte für die Oberfläche 2 *m* und 5 *m* Tiefe befreit. Für die folgende Tiefenschichte (10 bis 15 *m*) hätte diese Ausgleichung, wie sich aus dem weiteren ergeben wird, keinen Sinn gehabt, und in noch größerer Tiefe wären dadurch die ursprünglichen Beobachtungsergebnisse zu stark modifiziert worden.

Die Resultate sind in Tabelle 33 und Tafel XI niedergelegt.

Betrachten wir vorerst die Größe der Tagesamplitude. An der Oberfläche beträgt sie 0·9°, in 2 *m* noch 0·6°, in 5 *m* 0·35°. Dann aber schnellt sie in 10 *m* und besonders 15 *m*, wo sie fast 0·7° erreicht,

Tabelle 33. **Der tägliche Temperaturgang**

(Abweichungen

	7h a.	8h	9h	10h	11h	12h	1h p.	2h	3h	4h
Oberfläche, Sommer (Mittel der Stationen I, IV, V, XIV, XV)	–0·44	—·36	—·30	—·01	+·27	+·41	+·35	+·41	+·37	+·43
2 *m* Tiefe, Sommer (Mittel derselben Stationen) .	–0·20	—·08	—·045	—·04	+·10	+·34	+·33	+·32	+·31	+·22
5 *m* Tiefe, Sommer (Mittel derselben Stationen) .	–0·17	—·10	+·01	—·01	+·11	+·06	+·10	+·06	+·08	+·12
10 *m* Tiefe Sommer (Mittel derselben Stationen)	–0·29	—·14	—·05	+·12	+·28	+·25	+·11	+·11	—·09	—·15
15 *m* Tiefe, Sommer (Mittel derselben Stationen)	–0·36	—·02	—·005	±·00	+·02	—·005	+·055	+·08	+·12	+·12
15 *m* Tiefe, Jahr (Stationen I, IV, V, VII, VIII, IX, XIV, XV und Stationen von Luksch u. Wolf, bei Fiume)	–0·235	—·02	±·00	+·005	+·045	+·01	+·045	+·05	+·06	+·05
20 *m* Tiefe, Jahr (Stationen V, VII, VIII, IX, XII, XV)	–0·10	—·07	—·01	—·06	+·05	+·09	—·015	—·015	—·06	—·01
30 *m* Tiefe, Jahr (Stationen V, VII, VIII, IX, XII, XV)	–0·125	—·05	—·025	—·02	+·03	+·03	—·03	—·015	—·03	+·015
Zweimal ausgeglichen und von der										
Oberfläche, Sommer, ...	–0·39	—·32	—·20	+·03	+·27	+·39	+·41	+·41	+·41	+·41
2 *m* Tiefe, Sommer	–0·16	—·07	—·015	+·045	+·16	+·28	+·335	+·335	+·295	+·24
5 » »	–0·02	+·05	+·10	+·14	+·16	+·17	+·155	+·145	+·135	+·12
10 » »	–0·29	—·16	—·025	+·11	+·20	+·205	+·14	+.05	—·04	—·10
15 » »	–0·36	—·14	—·03	±·00	+·01	+·02	+·05	+·08	+·105	+·12
15 » Jahr	–0·18	—·09	—·015	+·01	+·025	+·03	+·04	+·05	+·045	+·025
20 » »	–0·06	—·06	—·04	—·01	+·025	+·04	+·01	—·02	—·025	±·00
30 » »	–0·04	—·055	—·03	—·01	+·01	+·01	—·005	—·015	—·01	±·00

wieder empor, um dann in 20 *m* rasch auf 0·1° herabzusinken. Diese Zunahme bei 10 und 15 *m* erklärt sich daraus, daß wir hier im Gebiete der sommerlichen Sprungschichte sind, deren oben skizzierte Bewegungen die Tagesamplitude so bedeutend vergrößern. Selbst bei Hinzunahme von drei Winterbeobachtungen, die nur ganz unbedeutende Temperaturänderungen in dieser Tiefe aufweisen, resultiert für 15 *m* eine Tagesschwankung von 0·3°. Es wäre, wie besonders ein Blick auf Tafel XI lehrt, eine sehr große Zahl von Beobachtungen nötig, um den Einfluß dieser Erscheinungen zu eliminieren.

Aber nicht nur an der Größe der Tagesamplitude sondern auch an der Form der Temperaturkurve erkennt man die Beeinflußung der Schichte von 10 bis 15 *m* durch die angezogenen Vorgänge. Denn während in 2 *m* und 5 *m* der Tagesgang wenigstens in den Hauptzügen ähnlich wie an der Oberfläche verläuft, mit einem Maximum in den ersten Nachmittagsstunden und einem Minimum zur Zeit des Sonnenaufganges, finden sich in den 10 *m*- und 15 *m*-Kurven mehrere Maxima und Minima, die natürlich mit dem normalen Tagesgang nichts zu tun haben. Daher sind für diese Tiefen, die aus den unausgeglichenen Werten berechneten Amplituden viel größer als die aus ausgeglichenen Werten abgeleiteten Amplituden. Durch diese Bewegungsvorgänge ist zwar auch der Tagesgang in 5 *m* und besonders in 20 *m* noch etwas modifiziert, aber jedenfalls läßt sich aus unseren Zahlen für letztere Tiefe bereits wieder ein regelmäßiger

in verschiedenen Tiefen.

vom Mittel.)

5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h	Amplitude
+·35	+·36	+·25	+·15	+·04	—·09	—·10	—·13	—·18	—·23	—·32	—·46	—·40	—·40	—·34	0·89
+·28	+·06	+·03	—·15	—·11	—·06	—·08	—·17	—·16	—·06	—·17	—·25	—·23	—·18	—·12	0·59
+·03	+·03	—·04	—·06	—·02	—·13	+·04	+·05	—·02	—·07	—·03	—·06	—·09	—·03	+·13	0·29
—·08	—·08	—·08	+·02	+·25	+·36	+·23	+·11	—·19	—·19	—·11	—·13	—·25	—·15	±·00	0·65
+·09	+·26	+·33	+·25	±·00	+·17	—·27	—·30	+·06	+·09	+·06$_5$	+·01	—·13	—·63	—·42$_5$	0·99
+·08	+·11	+·13	+·13	—·02	+·07	—·17	—·14	+·03$_5$	+·04	+·08	—·02	±·00	—·37	—·17$_5$	0·47
—·75	+·03$_5$	—·01	+·10	+·04$_5$	+·08	+ 03$_5$	±·00	—·05$_5$	—·03	+·02$_5$	—·08$_5$	—·09	—·03	+·04$_5$	0·20
+·01	—·00$_5$	+·00$_5$	+·06$_5$	+·01	—·01	+·00$_5$	—·01	+·01$_5$	+·03	+·04	—·01	—·03$_5$	+·03	+·12$_5$	0·25

unperiodischen Änderung befreit.

+·38	+·34	+·25	+·15	+·04$_5$	—·07	—·12	—·16	—·21	—·27	—·36	—·44	—·46	—·43	—·39	0·87
+·17	+·08$_5$	—·01	—·08	—·11	—·11	—·12	—·15	—·15$_5$	—·15$_5$	—·19	—·24	—·25$_5$	—·21	—·16	0·59
+·07$_5$	+·02$_5$	—·02$_5$	—·06	—·08	—·08$_5$	—·04	—·05$_5$	—·08$_5$	—·13	—·15	—·17	—·17$_5$	—·13	—·02	0·35
—·10	—·08	—·03$_5$	+·06$_5$	+·20	+·26	+·20$_5$	+·06	—·08$_5$	—·15	—·15	—·16	—·17	—·12	±·00	0·55
+·15$_5$	+·22$_5$	+·22$_5$	+·20$_5$	·+11	—·00$_5$	—·13	—·15	—·04	+·05	+·04$_5$	—·04$_5$	—·22	—·39	—·42$_5$	0·68
+·02	+·06$_5$	+·10	+·08$_5$	+·04	—·02	—·08	—·08	—·02	+·03$_5$	+·04	—·01	—·10$_5$	—·18$_5$	—·17	0·29
+·03	+·03$_5$	+·04	+·05$_5$	+·06$_5$	+·06	+·03	±·00	—·02$_5$	—·02	—·03	—·05	—·06	—·03	—·02	0·13
+·00$_5$	+·01	+·02	+·02	+·02	+·00$_5$	±·00	±·00	+·01	+·02$_5$	+·02	±·00	±·00	+·03	+·025	0·09

Tagesgang nachweisen. Von 11^h a. bis 11^h p. liegt die Temperatur fast stets über dem Mittel, die übrige Zeit dagegen weilt sie ausnahmslos unter dem Mittel. Die positiven und negativen Abweichungen treten daher fast geschlossen auf und der Eintritt der Media fällt bloß ein bis zwei Stunden später als an der Oberfläche. Wir dürfen daher annehmen, daß der Wert von 0·13° für die Tagesamplitude nicht zu weit von einem ungestörten mittleren Werte abweicht. Interpolieren wir nun die stark gestörten Werte für 10 *m* und 15 *m* Tiefe graphisch, so ergeben sich folgende Tagesschwankungen der Temperatur:

Tiefe	0 *m*	2 *m*	5 *m*	10 *m*	15 *m*	20 *m*	30 *m*
Amplitude . .	0·9	0·6	0·35	0·2	0·16	0·13	0·09?

Der Wert für 30 *m* Tiefe wurde als zweifelhaft bezeichnet. Dazu führte eine Betrachtung der Stundenwerte für diese Tiefe. Die positiven und negativen Abzeichen treten nicht mehr so geschlossen auf, die Abweichungen sind mit wenigen Ausnahmen sehr gering, werden wiederholt ± 0·00° und die mittlere Schwankung, die bei 20 *m* noch 0·03° beträgt, sinkt hier auf 0·015° herab, fällt daher bereits nahe an die Fehlergrenze. Auch der große Unterschied der Amplitude der ausgeglichenen und unausgeglichenen Werte deutet an, daß hier Störungen, sei es durch Beobachtungsfehler, sei es durch Bewegungsvorgänge, das Bild stark beeinflussen und dadurch, wie wir bei 10 *m* und 15 *m* Tiefe gesehen haben, den Wert der Tagesschwankung vergrößern. Wir glauben daher annehmen zu können, daß die wahre Tagesamplitude in dieser Tiefe nur mehr wenige hundertstel Grade beträgt.

Der regelmäßige Tagesgang der Temperatur in der Oberschichte der Meere wird durch direkte Sonnenstrahlung und Konvektionsvorgänge infolge Verdunstung und Abkühlung hervorgerufen. An den Küsten gesellt sich die dargelegte Wirkung regelmäßiger Land- und Seewinde dazu. Es wäre daher höchst wünschenswert, auch auf offener See solche vielstündige Beobachtungsserien durchzuführen, um diesen »Urvorgang, von dem die weitere Verteilung der Wärme im Meere abhängig sein muß« [1] auch dort, unbeeinflußt durch Küstenerscheinungen, zu studieren.

Interessant ist schließlich noch die Wirkung der Schichtung der Wassermasse auf die Größe der Tagesschwankung.

Sind die oberen Schichten ziemlich homotherm und homohalin, also nahezu homodens, dann kann lebhafte Konvektion entstehen und die Tagesschwankung muß im Vertikalprofil relativ gleichmäßig aber allenthalben klein sein. Ist dagegen die Temperaturschichtung eine sehr scharfe, dann ist die Konvektion auf die oberste Wasserschichte beschränkt und die Abnahme der Tagesschwankung mit der Tiefe muß in größerer Entfernung von der Küste (bei schwachem Seegang) relativ rasch erfolgen. Dagegen werden unter solchen Umständen in Küstengebieten mit regelmäßiger Entwicklung von Land- und Seewinden durch Auftrieb in den Nachtstunden und Aufstau bei Tag große Amplituden hervorgerufen. Tabelle 34 gibt eine Übersicht der Oberflächenamplituden an den zehn Golfstationen. Die Stationen sind nach der Größe ihrer Amplitude geordnet. Der schon stets bekannte große Einfluß der Bewölkung läßt sich auch an dieser Reihe verfolgen. Auch Jahreszeit und Windstärke sind in ihrer Wirkung erkennbar. Doch lassen sich durch diese Faktoren nicht alle Erscheinungen erklären. So hat zum Beispiel Grado I trotz mittlerer Bewölkung eine weit höhere Schwankung als Pirano IV bei fast wolkenlosem Himmel. Unverhältnismäßig klein ist andererseits die Tagesamplitude bei Pirano IX auf Grund dieser Argumente. Berechnet man nun für alle diese Stationen die mittlere Temperaturabnahme in der obersten Wasserschichte (0 bis 5 *m*; letzte Kolonne), so ergibt sich die für den ersten Moment höchst überraschende Tatsache, daß die Oberflächenamplitude mit der Größe der Temperaturabnahme steigt und sinkt. Dieser Faktor wird eben, wie oben ausgeführt, durch die periodisch sich ablösende Wirkung der Land- und Seewinde, in hohem Maße mitbestimmend für das Ausmaß der Temperaturamplitude. Beachtet man ihn, so ist die Größe der Tagesschwankung in allen Fällen leicht und ungezwungen zu erklären.

---

[1] V. Hensen, Ergebn. der Planktonexpedition, Bd. 1, B, Kiel 1895, p. 127. — Vgl. auch O. Krümmel, a. a. O., p. 390.

Tabelle 34. **Die Oberflächenschwankung der Temperatur und ihre Beziehung zu Windstärke, Bewölkung und Temperaturabnahme mit der Tiefe.**

Station	Amplitude der Oberfläche	Mittlere Schwankung der Oberfläche	Windstärke	Bewölkung	Temperaturabnahme 0—5 *m*
Grado I	2·3	·71	1·2	3·1	3·58
Pirano IV	1·6	·40	1·7	0·4	1·22
Umago V	1·4	·37	1·4	1·2	1·21
Pirano XII	1·3	·34	1·0	5·5	0·15
Grado XIV	1·1	·22	2·0	3·9	0·11
Pirano IX	0·7	·13	0·7	2·5	—0·09
Pirano XV	0·55	·13	2·9	9·4	—0·07
Umago VII[1]	0·3	·10	1·35	9·8	—0·12
Pirano VIII[1]	0·25	·08	0·7	10·0	0·05

[1] Kürzere Beobachtungsreihen.

Tabelle I.

Terminfahrt: Juli 1905. Station Nr. 18 (I). Position: 45°38′ nördl. Br.; 13° 22′ 20″ östl. L.

	Tiefe in *m*	6h p.	7h	8h	9h	10h	11h	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h
Temperatur des Wassers in °C	0	25·20	25·00	25·00	25·20	24·90	24·90	24·60	24·60	24·60	24·30	24·00	24·00
	1	24·90	24·90	25·00	25·00	25·00	24·90	24·20	24·60	24·50	24·20	23·80	23·80
	3	24·50	24·90	24·60	24·40	24·20	23·70	23·60	23·20	23·80	23·70	23·80	23·80
	5	21·40	21·40	21·30	21·60	20·80	20·80	20·70	20·60	20·70	21·00	20·80	20·90
	10	19·10	19·00	18·80	19·10	18·80	18·80	18·80	18·80	18·90	19·00	19·00	18·60
	14 Grund	18·60	18·70	18·60	18·60	18·90	18·80	18·50	18·40	18·60	18·60	18·60	18·40
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	[21·86]		21·75		[21·75]		21·82		22·41[2]		22·78	
	1	22·03		21·82		—		22·64		22·30		22·81	
	3	22·44		22·28		22·67		23·36		23·04		22·99	
	5	25·58		25·51		26·12		26·10		26·17		26·11	
	10	[27·15][1]		27·23		27·23		27·40		27·17		27·08	
	14 Grund	27·29		27·35		27·51		27·51		27·54		27·35	
Salzgehalt *(S)*	0	[33·09]		32·86		[32·82]		32·79		33·51[2]		33·82	
	1	33·19		32·95		[33·15]		33·73		33·39		33·78	
	3	33·56		33·51		33·75		34·43		34·08		34·02	
	5	36·52		36·39		37·00		36·95		37·04		37·00	
	10	37·74		37·74		37·74		37·95		37·69		37·60	
	14 Grund	37·74		37·80		38·13		37·99		38·06		37·81	
Strömung		An der Oberfläche gegen Salvore. In der Tiefe aus NE.									An der Oberfläche aus der Richtung von Grado. In 10*m* Tiefe aus SSE.		
Temperatur der Luft	0·1	24·7	25·4	25·2	25·2	25·2	24·7	24·6	24·2	24·5	24·1	24·2	23·2
	2	—	25·8	25·2	25·2	25·2	24·6	—	—	—	—	—	—
Bewölkung	—	6	5	4	4	6	8	6	2—3	2	2	1—2	1—2
Windrichtung und Stärke	—	0	SW 1	WNW 2	WNW 1	NNW 1—2	ENE 2	NNE 2	ENE 2	ENE 1	N 2	ENE 2	ENE 2
	Während der Ausfahrt SW-Dünung												

[1] Interpoliert für eine fehlerhafte Beobachtung.

[2] Wasserprobe erst 2h 30m entnommen, das heißt, zur Mittelbildung die Werte 22·29 ($\sigma_{\tau n}$), respektive 33·37 ‰ verwendet.

Interpolierte Werte sind eingeklammert.

v. Gr. (5 *km* südl. v. Grado). Beobachtungszeit: 11./VII. 6^h p. m. bis 12./VII. 5^h p. m.

6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h	Mittel [3]	Amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
24·00	24·00	24·15	24·20	25·40	26·00	26·20	26·30	26·10	26·20	26·20	26·20	25·06	2·3°	0·71	0
23·90	24·00	24·00	24·10	24·10	24·40	25·40	25·60	25·80	26·00	26·00	26·00	24·76	2·2°	0·62	1
23·80	24·00	24·00	23·40	23·60	23·70	24·00	24·30	24·30	24·30	23·50	23·60	23·94	1·7°	0·32	3
21·10	21·40	21·50	21·70	21·70	22·10	22·00	22·20	22·30	22·40	22·50	22·30	21·46	1·9°	0·51	5
18·70	18·80	19·00	19·10	19·50	19·90	19·40	19·20	19·00	19·00	19·00	19·50	19·04	1·3°	0·21	10
18·40	18·50	18·50	18·60	18·70	18·80	19·00	19·00	19·00	19·20	19·00	19·10	18·71	0·8°	0·20	14Gr.
22·81		22·66		22·48		21·75		21·44		21·33		22·07			0
22·82		22·84		22·88		22·35		21·71		21·47		22·23			1
22·86		22·98		23·30		22·94		22·68		23·44		22·94			3
25·85		25·51		25·76		25·57		25·58		25·84		25·82			5
27·19		27·25		27·00		27·02		27·14		27·13		27·17			10
27·78		27·42		27·34		27·24		27·20		27·30		27·41			14Gr.
33·87		33·91		33·98		33·35		32·90		32·79		33·31	1·19	0·43	0
33·86		33·91		34·00		33·82		33·13		32·90		33·50	1·10	0·37	1
33·86		34·08		34·36		34·04		33·80		34·50		34·02	0·99	0·24	3
36·76		36·47		36·86		36·73		36·85		36·94		36·80	0·65	0·19	5
37·65		37·83		37·66		37·66		37·68		37·66		37·72	0·21	0·07	10
38·30		37·86		37·83		37·80		37·75		37·88		37·92	0·56	0·13	14Gr.
							An der Oberfläche aus der Richtung von Torre Primero.								
24·2	24·2	24·4	24·9	25·3	26·2	25·6	25·7	26·2	26·4	26·6	26·4	25·06	3·4°		0·1
—	24·4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		2
2	6	3	2	1	1	1	1	2	2	2	3—4	3·1			—
ENE 2	ENE 1	E 1	0	0	0	SW	SW	SW 1	SW 1	SW 1—2	SW 1	1·2			—

[3] Zur Mittelbildung wurden nur die Beobachtungen 6^h p. m mit halbem Gewichte genommen.
$10^h\ 45^m$ 11^h starke Konvexität der Wasseroberfläche von N über W bis S bemerkbar.
5^h Wassertemperatur beim äußeren Leuchtturm von Grado an der Oberfläche $6^h 16^m$ m. p.: 25·6°; 6^h p. m.: 25·9°.

Tabelle II[l].

Terminfahrt: Juli 1905. Station Nr. 28 (II[l]). Position: 45°42′ 14″ nördl. Br.; 13°25′ 24″ östl. L. v. Gr. (Lagune von Grado; Kanal von Barbana). Beobachtungszeit: 1905, 17./VII. 6h a. m. bis 4h p. m.

	Tiefe in *m*	6h 30m a.	7h	8h	9h	10h	11h	12h m.	1h p.	2h	3h	4h	Mittel 6h a.—3h p. / 10
Temperatur des Wassers in °C	0	25·00	25·40	25·40	25·60	25·70	25·00	25·20	27·00	28·60	28·70	28·80	26·16
	1	25·00	25·30	25·40	25·60	25·70	25·00	24·80	26·00	28·60	28·60	—	26·00
	3	25·20	25·20	25·40	25·50	25·70	25·00	24·70	24·80	27·10	28·30	—	25·69
	5	—	—	—	—	25·70	24·60	—	—	—	—	—	—
	Grund[1]	24·90	25·10	25·40	25·50	—	—	24·60	24·70	25·60	27·80	—	25·39
													6h+8h+10h+12h+2h / 5
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	19·27		19·72		19·52	19·80	[19·70]	19·09	18·78			19·40
	1	19·36		19·48		19·55	19·76	[19·90]	19·63	18·89			19·44
	3	19·64		19·47		19·44	19·83	[20·06]	20·18	19·44			19·61
	5	—		—		19·45	20·04	—	—	—			—
	Grund[1]	19·92		19·49		—	—	[20·27]	20·52	19·99			19·82
													6h+8h+10h+12h+2h / 5
Salzgehalt (*S*)	0	29·56		30·32		30·17	30·27	[30·20]	30·14	30·41			30·13
	1	29·69		29·99		30·23	30·22	[30·33]	30·44	30·56			30·16
	3	30·13		29·97		30·07	30·30	[30·49]	30·68	30·64			30·26
	5	—		—		30·07	30·41	—	—	—			—
	Grund[1]	30·35		29·97		—	—	[30·75]	31·08	30·72			30·37
Strömung		Gegen Grado					Sehr schwach gegen Grado; später keine Strömung	Gegen Torre Primero					
Temperatur der Luft	0·1	22·5	24·1	24·3	24·6	25·0	25·4	25·0	25·2	26·1	26·2	26·2	24·8
Bewölkung	—	1 Cirro-Strat.	2 ·/·	2 ·/·	2 ·/·	3 ·/·	2 ·/·	1	1 Cumuli	1 Cum.-Strat.	2 Strat.	3—4	1·8
Windrichtung und Stärke	—	0	0	W 0·5	0	SW1	—	SW 1	SW 1	SW 2	SW2–3	SW2–3	1·1
[1]Grund gelotet bei		4·6 *m*	5·2 *m*	5·9 *m*	6·1 *m*	9·4 *m*	9·4 *m*	5 *m*	5 *m*	5 *m*	5 *m*	—	
Temperatur am Grund						25·70	24·60						
Dichte						19·68	20·33						
Salzgehalt						30·34	30·76						
	Bei der Ausfahrt tiefe Ebbe												

Die interpolierten Werte sind eingeklammert.

Tabelle III[l].

Terminfahrt: Juli 1905. Station Nr. 29 (III[l]). Position: 45° 41′ 42″ nördl. Br.; 13° 21′ 24″ östl. L. v. Gr. (Lagunenkanal bei dem Turm S. Pietro d'Orio.) Beobachtungszeit: 18./VII. 6[h] a. m. bis 7[h] p. m.

	Tiefe in *m*	6[h] a.	7[h]	8[h]	9[h]	10[h]	11[h]	12[h] m.	1[h] p.	2[h]	3[h]	4[h]	5[h]	6[h]	7[h]	Mittel[1]
Temperatur des Wassers in °C	0	25·60	25·60	25·90	25·50	25·10	25·20	25·20	[25·70]	26·20	26·30	26·80	26·40	26·60	26·80	25·92
	1	26·10	26·10	26·00	25·30	25·10	25·20	25·20	[25·60]	26·00	26·20	26·60	26·30	26·50	26·80	25·93
	3·5	26·20	26·20	26·10	25·10	25·10	25·20	25·10	[25·30]	25·50	25·60	26·30	26·30	[26·50]	[26·75]	25·80
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	25·30	—	25·90	26·20	26·50	26·70	—
	8·5–12 Grund	26·20[2]	26·20	26·10	24·80	24·90	25·00	25·00	[25·15]	25·30[3]	25·30	25·50	25·80	26·40[4]	26·80	25·60
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	17·36		18·32	—	22·05		22·58		22·27		21·51		20·59		20·69
	1	18·79		19·07	21·66	22·53		[22·64]		22·48		21·79		20·87		21·17
	3·5	19·25		19·93	22·19	[22·69]		[22·73]		22·81		22·02		[21·30]		21·53
	5	—		—	—	—		—		22·92		22·38		21·69		—
	8·5–12 Grund	19·55		20·56	22·82	22·92		22·82		23·05		23·44		21·64		22·00
Salzgehalt (*S*)	0	27·27		28·66	[31·85]	[1] 33·31		34·05		34·04		33·28		31·98		31·82
	1	29·37		29·70	32·86	33·94		[34·12]		34·23		33·57		32·30		32·46
	3·5	29·99		30·86	33·47	[34·12]		[34·17]		34·45		33·73		[32·85]		32·88
	5	—		—	—	—		—		34·51		34·03		33·37		—
	8·5–12 Grund	30·36		31·67	34·14	34·33		34·23		34·65		35·25		33·21		33·39
Strömung	—	0	Sehr stark gegen Aquileja (kanalaufwärts)	·/.	·/.	·/.	Diese Strömung wird schwächer	Die Strömung ist nur mehr sehr schwach	Nach 12[h] m. tritt Stromumkehr ein	—	Schwach kanalabwärts (in den Golf hinaus)	Stark Kanalabwärts	·/.	Etwas schwächer kanalabwärts	·/.	
Temperatur der Luft	0·1	22·6	23·3	24·6	24·9	25·2	25·1	25·0	[25·2]	25·4	25·4	25·8	25·8	25·7	25·6	24·9
Bewölkung	—	2 Cirri	2 ·/.	3 ·/.	5	9	10 Cum. et Str.	10	6	2	3	6	7	9	10	6
Windrichtung und Stärke	—	NE 1	0	0	SW 1	WSW 2	SW 2	SW 3	—	WSW 1	WSW 2	W 1	SW 0·5	0	0	1·1
Wassertemperatur in	0·5	25·7	25·8													
Salzgehalt in	0·5	27·48	—													
	Bei der Ausfahrt tiefe Ebbe															

Die interpolierten Werte sind eingeklammert.

[1] Alle Beobachtungen wurden mit vollem Gewichte genommen. Die $\sigma_{\tau n}$- und *S*-Mittel wurden unter Ausschluß der 9[h]. Beobachtung gebildet.

[2] In 8·5 *m*. — [3] In 10 *m*. — [4] In 12*m*.

[5] Wasserprobe erst 10[h] 30[m] genommen; zur Mittelbildung für 10[h] interpolierte Werte verwendet: $\sigma_{\tau n} = 22·19$, $S = 33·48$.

Tabelle IV.

Terminfahrt: Juli 1905. Station Nr. 42 (IV). Position: 45° 31′ 40″ nördl. Br.; 13° 33′ 48″

	Tiefe in *m*	7^h a.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^hm.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h
Temperatur des Wassers in °C	0	24·80	24·90	24·80	24·80	24·90	25·00	25·10	25·40	25·00	25·00	24·90	25·00	24·90
	2	[23·90]	24·20	24·50	24·30	24·50	24·40	[24·25]	24·10	[24·06]	[24·04]	24·00	[23·75]	23·50
	5	23·00	23·30	23·60	23·10	23·00	23·20	23·00	23·30	23·30	23·40	23·30	23·10	23·00
	7	—	—	—	22·50	—	—	—	22·90	—	—	—	22·90	22·80
	10	21·70	22·10	22·20	22·00	22·10	22·30	22·40	22·30	21·90	22·00	22·00	22·10	22·00
	18 Grund	21·10	21·10	20·90	20·60	20·90	21·10	21·10	21·10	21·20	21·60	21·60	21·50	21·50
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	24·11		24·31		24·55		24·65		24·70		24·36 [2]?		24·70
	5	25·71		25·50		25·71		25·63		25·66		[25·66]		25·82
	10	26·44		26·20		26·24		26·12		26·42		[26·39]		26·29
	18 Grund	26·79		26·82		26·71		26·76		26·81		26·95 [2]?		26·58
Salzgehalt *(S)*	0	35·91		36·17		36·53		36·74		36·76		36·28 [2]?		36·73
	5	37·29		37·27		37·29		37·30		37·33		[37·33]		37·43
	10	37·72		37·59		37·61		37·57		37·77		[37·63]		37·63
	18 Grund	37·81		37·90		37·75		37·88		37·98		38·31 [2]?		37·79
Strömung	—	—	Aus SSW	—	Schwach aus dem Golf hinaus	Stärker aus dem Golf hinaus	·/·	·/·	·/·	·/·	In den Golf hinein	In den Golf hinein (aus SSW)	·/·	Aus ENE
Temperatur der Luft	0·1	23·3	23·6	24·5	25·3	25·8	25·9	25·1	25·6	25·4	25·4	25·8	25·6	26·4
Bewölkung	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Windrichtung und Stärke	—	0	ENE 1—2	NNE 1	NE 1—2	ENE 2	NNE 1	NW 2	NW 2	NW 2—3	NW 1	NNW 2—3	NNW 2—3	ESE 1
Wassertemperaturen in °C		in 1*m* 24·4	—	—	in 1*m* 24·8[1]	—	—	in 3*m* 23·6	—	—	in 3*m* 23·7	—	in 3*m* 23·4	—
		See bewegt			[1] Um $10^h 30^m$.							[2] Starke See; Messung unsicher	Sehr starker Seegang	

Die interpolierten Werte sind eingeklammert.

östl. L. v. Gr. (450 *m* westlich von Pirano). Beobachtungszeit: 25./VII. 7^h a. m. bis 26./VII. 7^h a. m.

8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	Mittel	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
24·60	24·00	23·80	24·00	24·20	24·20	24·20	24·20	24·00	24·3	24·20	24·30	24·58	1·60	0·40	0
23·20	[23·40]	23·60	[23·90]	[24·00]	24·10	[24·10]	[24·10]	24·10	[24·12]	[24·15]	24·20	[24·02]	1·30	0·24	2
23·00	23·10	23·20	23·80	23·80	23·50	23·50	23·80	23·50	23·40	23·80	23·90	23·36	0·90	0·23	5
—	—	—	—	—	—	—	23·00	—	—	23·60	—	—	—	—	7
22·40	22·40	22·90	23·40	23·40	22·40	22·40	22·60	22·40	22·50	22·70	22·70	22·38	1·70	0·29	10
21·80	20·80	21·60	19·00	19·40	21·80	22·10	22·20	22·10	22·20	19·90	20·30	21·16	3·20	0·61	18 Grund
	25·18		25·21		24·58		24·38		24·12		24·11	24·57			0
	25·74		25·38		25·46		25·33		25·56		25·19	25·58			5
	26·12		25·76		26·18		26·00		26·05		25·97	26·17			10
	26·84		27·33		26·35		26·29		26·31		26·92	26·71			18 Grund
	37·01		37·05		36·29		36·04		35·72		35·71	36·43	1·34	0·38	0
	37·37		37·16		37·16		37·10		37·25		36·95	37·26	0·48	0·09	5
	37·57		37·47		37·65		37·48		37·51		37·48	37·59	0·30	0·07	10
	37·88		37·89		37·61		37·66		37·70		37·81	37·85	0·37	0·13	18 Grund
Aus WSW	Aus dem Golf hinaus	—	Sehr stark aus dem Golf hinaus	Aus dem Golf hinaus	—	Aus dem Golf hinaus	·/·	·/·	·/·	—	—				—
25·2	24·8	23·2	23·6	23·6	23·4	23·2	23·0	23·0	23·0	23·2	24·0	24·5	3·4		0·1
0	0	0	0	0	1	0·5	2	3·5	1·5	0	0	0·4			—
SE 0·5	ESE 0·5	0	SE 1—2	E 1	ESE 3	E 3	E 2	E 2—3	E 3	E 2	ESE 1	Mittlere Stärke 1·7			—
—	in 3*m* 23·4	—	in 15*m* 22·2	in 15*m* 21·6 Grund 20·7[3]	—	in 0·5*m* 24·2 in 3*m* 24·0	—	—	in 3*m* 24·2						

[3] Um $12^h 30^m$.

Tabelle V.

Terminfahrt: Juli/August 1905. Station Nr. 53 (V). Position: 45° 25′ 52″ nördl. Br.; 13° 29′ 22″

	Tiefe in *m*	7h a.	8h	9h	10h	11h	12h m.	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Temperatur des Wasser in °C	0	25·70	25·80	26·00	26·10	26·30	26·50	26·60	26·80	27·05	27·10	27·05	27·00	26·90
	5	25·20	25·20	25·20	25·60	25·80	25·50	25·40	25·00	25·00	25·00	24·80	25·00	24·90
	10	24·30	24·40	24·45	24·50	24·55	24·45	24·20	24·30	24·00	24·00	24·10	24·20	24·30
	15	22·20	[1] 23·70	23·80	23·90	23·30	22·70	22·70	22·50	22·20	22·10	22·20	[2] 23·10	23·30
	20	19·50	19·80	20·10	20·00	20·30	20·40	20·00	19·90	19·70	20·00	20·30	20·20	20·10
	36·5 Grund	19·40	19·70	19·50	19·50	19·60	19·60	19·30	19·40	19·45	19·50	19·50	19·50	19·60
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	22·17		22·21		21·98		21·81		21·70		21·78		21·80
	5	24·24		23·83		23·28		24·14		[24·50]		24·84		24·67
	10	25·58		25·57		25·57		25·74		25·81		25·80		25·66
	15	26·19		25·38		26·01		25·93		26·32		26·19		25·93
	20	27·38		27·19		27·17		27·19		27·33		27·11		27·12
	36·5 Grund	27·56		27·52		27·43		27·68		27·57		27·52		27·55
Salzgehalt *(S)*	0	33·70		33·87		33·70		33·60		33·64		33·75		33·71
	5	36·22		35·68		35·19		36·17		[36·51]		36·85		36·67
	10	37·59		37·63		37·68		37·75		37·77		37·79		37·69
	15	37·56		37·10		37·74		37·39		37·74		37·56		37·63
	20	38·12		38·08		38·13		38·04		38·13		38·04		37·98
	36·5 Grund	38·22		38·21		38·12		38·33		38·25		38·21		38·28
Strömung		0—3 *m*: aus W; in größerer Tiefe aus S	4—5 *m*: aus W; ·/. keine Str.	5 *m*: aus E	0—5 *m*: aus NNW	·/.	10 *m*: stark aus N	·/.	5 *m*: stark aus N	0 *m*: aus W; in der Tiefe sehr schwach aus N	·/.	0 *m*: aus NW; 5 *m*: aus S	0—3 *m*: aus NE; 4 *m*: keine Str.; 5—25 *m*: aus S	0—3 *m*: aus N
Temperatur der Luft in °C	0·1	24·0	24·8	25·3	25·6	26·0	26·3	26·7	27·1	27·3	27·35	27·4	27·1	26·8
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bewölkung	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1—2 Cirri
Windrichtung und Stärke	—	0	0	NW 1—2	NW 2	NW 2	NW 2—3	NNW 2—3	NNW 2	NW 1	NW 1	WSW 1	0	W 1
		See spiegelglatt												

1 Temperatur in 15 *m* zweimal nachgemessen und 24·0° und 24·1° gefunden.
2 » » 15 *m* » » » 23·5° » 23·6° »
3 » zweimal mit gleichem Ergebnis gemessen.

östl. L. v. Gr. (2·4 *km* westlich von Umago). Beobachtungszeit: 31./VII. 7h a. m. bis 1./VIII. 7h a. m.

8h	9h	10h	11h	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h	Mittel [4]	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
26·80	26·70	26·60	26·40	26·40	26·20	26·10	26·00	25·90	25·95	26·00	26·10	26·42	1·40	0·37	0
25·00	24·80	25·00	25·30	25·50	25·60	25·30	25·00	25·40	25·40	25·10	25·40	25·21	1·00	0·23	5
24·40	24·50	24·60	24·30	24·30	24·00	23·90	23·80	23·30	23·40	23·70	24·00	24·16	1·30	0·28	10
23·00	22·80	22·40	23·00	22·80	22·00	21·70	21·50	21·30	20·60	20·20	20·70	22·43	3·70	0·75	15
20·40	20·20	20·20	20·00	19·90	19·70	19·80	19·90	19·60	19·60	19·75	20·10	19·99	0·90	0·20	20
[3] 19·90	19·65	19·60	19·55	19·60	19·65	19·70	19·65	19·55	19·50	19·70	20·00	19·58	0·70	0·10	36·5 Grund
	22·04		22·17		22·03		22·00		21·92		—	21·96	0·51		0
	24·67		24·05		23·86		24·50		24·17		—	24·23	1·56		5
	25·59		25·59		25·71		25·87		25·93		—	25·71	0·36		10
	26·02		26·04		26·32		26·51		26·85		—	26·11	1·47		15
	27·16		27·19		27·29		27·28		27·43		—	27·23	0·32		20
	27·53		27·56		27·56		27·50		27·56		—	27·54	0·25		36·5 Grund
	33·95		33·98		33·73		33·60		33·47		—	33·73	0·51	0·11	0
	36·63		36·00		35·87		36·48		36·20		—	36·21	1·66	0·37	5
	37·68		37·60		37·65		37·77		37·70		—	37·70	0·20	0·05	10
	37·56		37·66		37·66		37·72		37·83		—	37·60	0·73	0·14	15
	38·07		38·04		38·06		38·13		38·22		—	38·09	0·24	0·05	20
	38·26		38·26		38·30		38·22		38·25		—	38·24	0·21	0·04	36·5 Grund
	0—5 *m* aus N		Im ganzen Profil sehr stark aus N	·/·	·/·	·/·	Im ganzen Profil sehr schwach aus N	Noch schwächer aus N	0—3 *m* aus W; unterhalb sehr schwach aus N	An der Oberfläche schwach aus E; am Grund aus SSW	0 *m*: Keine Stömung; 2—3 *m*: schwach aus W; Grund aus SSE				
26·6 —	25·6 —	25·4 —	25·0 —	24·4 —	24·2 —	23·7 —	23·6 23·0	23·55 23·0	23·8 23·3	23·75 23·2	24·7 24·4	25·49	3·85		0·1 2
2	2	2	1	0	1	1—2	1—2	5	4—5	4 Cirri	5 Cirri	1·2			—
0	E 1—2	ESE 1	ESE 1—2	E 1—2	E 1—2	E 2—3	E 2—3	E 2	E 1—2	ESE 1	SE 1—2	Mittlere Stärke 1·4			—
See spiegelglatt	[5]			Der Wind weht stoßweise											

[4] Zur Mittelbildung bei Dichte und Salzgehalt wurde nur die Beobachtung um 7h a. mit halbem Gewichte genommen.
[5] 9h: Der Wind flaut sehr rasch ab und die See wird wieder glatt. Starker Taufall.
Die interpolierten Werte sind eingeklammert.

Tabelle VI.

Terminfahrt: Juli/August 1905. Station Nr. 54 (VI). Position: 45° 45′ 38″ nördl. Br.; 13° 36′ 15″

	Tiefe in *m*	5h p.	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h
Temperatur des Wassers in °C	0 0·5 1 5 9 10 11—12 Gr.	26·60 27·90 27·60 26·60 — — 25·10	27·10 27·50 27·40 26·50 — — 24·40	27·30 27·45 27·30 26·50 — — 24·60	26·60 27·10 27·50 26·70 — — 24·10	24·80 27·70 27·70 26·80 — — 24·00	24·50 27·60 27·50 26·60 — — 23·90	26·20 27·10 27·60 26·60 26·00 — 23·80	27·00 27·20 27·40 26·65 [25·90] 24·40 23·70	26·95 27·10 27·20 26·70 25·80 24·80 23·70	26·90 27·00 27·00 26·60 [25·70] [24·60] 23·60	26·80 27·00 27·00 26·70 25·65 [24·40] 23·65	26·70 26·80 26·80 26·70 [25·65] 24·20 23·50	25·40 25·60 26·50 26·70 25·60 23·80 23·50
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0 0·5 1 5 9 11—12 Gr.	13·16 17·52 19·79 21·84 — 23·86		15·15 15·40 20·46 22·56 23·11[1] 24·62		8·12 19·19 19·72 22·34 — 25·29		17·29 18·81 20·36 22·42 23·56 25·54	19·35	20·28 20·31 20·59 22·28 — 25·42		21·32 21·27 21·23 22·57 23·82 25·60		19·25 19·45 20·49 22·40 — 25·59
Salzgehalt (*S*)	0 0·5 1 5 9 11—12 Gr.	22·05 28·42 31·32 33·61 — 35·63		24·99 25·39 32·10 34·52 35·11[1] 36·44		14·61 30·56 31·27 34·36 37·09		27·40 29·81 32·09 34·38 35·61 37·34	30·48	31·71 31·82 32·22 34·23 — 37·13		33·03 33·04 32·99 34·61 35·82 37·36		29·70 30·05 31·80 34·40 — 37·29
Strömung		In der Tiefe aus E, an der Oberfläche aus W	In der Tiefe aus ESE, an der Oberfläche aus WNW	·/·	·/·	In der Tiefe aus SSE		In der Tiefe aus ESE	In der Tiefe wenig Strömung, an der Oberfläche aus E	In der Tiefe aus WSW, an der Oberfläche aus ENE	In der Tiefe aus NNE			In der Tiefe keine Strömung; an der Oberfläche aus ENE
Temperatur der Luft in °C	0·1 2	27·1 27·2	27·1 27·1	27·1 27·1	26·0 26·0	24·4 24·8	25·2 25·4	25·4 25·4	25·1 24·7	24·6 24·4	23·9 23·8	23·7 23·4	23·7 23·3	23·0 22·6
Bewölkung	—	0	0	0	0	0	0	1	3—4	1	1	0	1	1
Windrichtung und Stärke	—	SSW 1—2	WSW 1	0	0	0	ENE 1	E 2	0	ENE 2	E 2	ENE 2—3	E 3	E 2—3
Wassertemperaturen in °C	0·2 2·0 7·0 Grund 2 Messung.	— 27·0 — 25·5	— — —	— — 26·2	— 27·2 —	27·2 — 26·2	— — 8 *m* 26·2	— —	— 27·2	— 27·1	— 27·0 3 *m* 26·95	—	— 26·7	— 26·7
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0·2 2·0	— 21·19		— —		17·93 —		— —		— 21·52		— —		— —
Salzgehalt (*S*)	0·2 2·0	— 32·94		— —		28·68 —		— —		— 33·36		— —		— —
		See schwach bewegt		See spiegelglatt	Landgeruch wird bemerkbar.									

[1] In 7m.

östl. L. v. Gr. (Golf von Monfalcone). Beobachtungszeit: 3./VIII. 5^h p. bis 4./VIII. 5^h p. m.

6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h	Mittel	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
26·30	26·60	26·90	23·30	25·30	27·10	27·60	27·90	27·30	27·70	27·90	28·00	26·56	4·70	0·84	0
26·50	26·70	27·10	26·60	25·90	26·80	27·40	27·20	27·40	27·70	27·90	27·95	27·09	2·35	0·41	0·5
26·60	26·70	27·10	26·80	26·80	26·70	26·75	27·30	27·45	27·60	27·90	27·80	27·18	1·40	0·35	1
26·60	26·65	26·70	26·70	26·60	26·60	26·80	26·70	26·80	26·90	27·00	27·00	26·69	0·50	0·09	5
[25·45]	25·30	[25·40]	25·50	[25·25]	25·00	25·90	[25·80]	25·70	[25·75]	25·80	[25·70]	[25·60]	[1·00] [2]	—	9
23·80	[23·75]	23·70	[24·45]	25·20	25·00	[25·30]	25·60	[25·05]	24·50	[24·15]	23·80	[24·47]	[1·90] [2]	—	10
23·50	23·40	23·40	23·20	23·10	23·20	23·40	23·60	23·60	23·50	23·45	23·40	23·67	2·00	0·30	11—12 Gr.
	21·51		6·10		12·76		15·26		15·33		—				0
	21·64		20·26		15·53		—		18·41		—				0·5
	21·55		20·89		20·05		—		21·50		—				1
	22·45		21·79		22·44		—		21·92		—				5
	24·12		23·73		23·97		—		—		—				9
	25·73		25·76		25·64		25·54		25·74		—				11—12 Gr.
	33·19		11·38		21·71		25·39		25·41		—	25·18 [3]	21·81	5·14	0
	33·41		31·53		25·29		[27·41]		29·52		—	29·74	8·12	2·09	0·5
	33·30		32·46		31·29		[32·45]		33·60		—	32·28	2·33	0·59	1
	34·45		33·58		34·42		[34·13]		33·84		—	34·24	1·03	0·26	5
	36·07		35·63		35·75		—		—		—	[35·78]	—	—	9
	37·43		37·39		37·23		37·27		37·48		—	37·15	1·85	0·27	11—12 Gr.
	In der Tiefe aus WSW; an der Oberfläche aus NE	In 5 *m* aus E; an der Oberfläche aus NNE; am Grund aus SE	Am Grund aus SE; in 5 *m* aus SE; an der Oberfläche aus NNW			In 5 *m* aus SE; an der Oberfläche aus NE				In 5 *m* aus ENE; an der Oberfläche aus WSW					
23·3	23·8	24·2	23·6	25·2	26·8	27·3	27·8	27·7	27·8	28·0	28·3	25·5	5·3		0·1
23·0	23·4	23·8	23·7	25·4	26·8	27·4	27·6	27·7	27·8	28·0	28·3	25·4	5·7		2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0·35			—
ENE 2	ENE 1—2	NW 1	NW 1	WNW 1	NW 1	NW 1	SW 2	SW 2	SW 1—2	SW 1—2	SW 1	Mittlere Stärke 1·4			—
—	—	—	26·3												0·2
26·8	—	—	—												2·0
															7·0
		4 *m* 26·7				8 *m* 26·4									Grund 2 Messung.
	—		20·09												0·2
	—		—												2·0
	—		31·18												0·2
	—		—												2·0
								Starker Seegang							

2 Sind, da aus einer geringeren Zahl von Beobachtungen abgeleitet, als Minimalwerte zu betrachten.

3 Die Beobachtung 5^h p. wurde bei der Mittelbildung mit halbem Gewichte genommen.

Tabelle VII.

Terminfahrt: Oktober 1905. Station Nr. 22 (VII). Position: 45° 25′ 52″ nördl. Br.; 13° 29′ 37″ östl. L. v. Gr. (2 *km* westl. von Umago). Beobachtungszeit: 8./X. 7^h a. m. bis 4^h p. m.

	Tiefe in *m*	7^h a.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	Mittel
Temperatur des Wassers in °C	0	19·40	19·45	19·45	19·50	19·60	19·70	19·70	19·60	19·60	19·70[1]	19·57
	5	19·50	19·60	19·60	19·60	19·70	19·80	19·80	19·70	19·75[1]	19·80	19·69
	10	19·50	19·50	19·50	19·60	19·65	19·60	19·60	19·60	19·60	19·70[1]	19·58$_5$
	15	19·55	19·60	19·60	19·65	19·70	19·65	19·70	19·60	19·45	19·40[1]	19·59
	20	20·00	20·10	20·05	20·00	20·05	20·10?	20·00	19·90[1]	19·90	19·90	20·00
	25	[19·80]	19·90	19·70	19·70	19·60	19·70	19·60	19·50	19·60	19·70	19·68
	30	19·50	19·50	19·50	19·50	19·55	19·60	19·50	19·50	19·40	19·40	19·50
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	25·81		25·90		25·79		25·76		—		25·82
	5	25·92		25·66		25·80		25·95		—		25·83
	10	26·12		25·91		25·98		26·04		—		26·01
	15	25·88		26·02		25·92		25·95		—		25·94
	20	26·43		26·41		26·46		26·67		—		26·49
	30 Grund	27·03		27·28		26·88		27·06		—		27·06
Salzgehalt *(S)*	0	36·15		36·28		36·18		36·18		—		36·20
	5	36·30		35·99		36·20		36·44		—		36·23
	10	36·52		36·25		36·39		36·45		—		36·40
	15	36·19		36·39		36·31		36·35		—		36·31
	20	37·04		37·03		37·10		37·36		—		37·13
	30 Grund	37·60		37·93		37·42		37·63		—		37·65
Strömung	5	Aus SW	SW	NW	NW	NW	NW	—	W			
	20	—	—	NE	—	NW						
	15 u. Grund	—	—	--	NW							
Temperatur der Luft in °C	0·1	14·2	14·0	14·8	15·5	5·9	15·8	16·2	15·6	15·4	15·3$_5$	15·3
Bewölkung	—	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9·8
Windrichtung und Stärke	—	E 0·5	E 1	E 1	SE 1	SSW 0·5	0	S 2–3	SSE 2–3	SSW 2-3	SW 2	Mittl. Stärke 1·35
												Beobachtung wegen Seeganges abgebrochen.

[1] Temperatur mehrmals mit gleichem Ergebnis gemessen. — Die interpolierten Werte sind eingeklammert.

Tabelle VIII.

Terminfahrt: Jänner 1906. Station Nr. 12 (VIII). Position: 45° 32′ 20″ nördl. Br.; 13° 34′ östl. L. v. Gr. (1 *km* nördl. von Pirano).

Beobachtungszeit: 4./I., 7ʰ a. m. bis 7ʰ p. m.

	Tiefe in *m*	7ʰ a.	8ʰ	9ʰ	10ʰ	11ʰ	12ʰm.	1ʰ p.	2ʰ	3ʰ	4ʰ	5ʰ	6ʰ	7ʰ	Mittel	Tages-amplitute	Mittlere Schwankung
Temperatur des Wassers in °C	0	9·50	9·58[5]	9·60	9·64	9·62	9·65	9·62	9·62	9·52	9·42	9·48	9·44	9·40	9·55	0·25	0·08
	5	9·44	9·50	9·56	9·58	9·58	9·58	9·50	9·60	9·50	9·40	9·40	9·40	9·35	9·50	0·25	0·07
	10	9·50	9·60	9·64	9·65	9·62	9·58	9·56	9·48	9·46	9·45	9·40	9·42	9·44	9·53	0·25	0·08
	17·5	9.50	9·50	9·56	9·50	9·64	9·50	9·42	9·42	9·44	9·40	9·40	9·40	9·40	9·47	0·24	0·06
	24·5 Grund	9·26	9·40	9·44	9·44	9·52	9·40	9·50	9·54	9·44	9·50	9·40	9·40	9·44	9·44	0·28	0·05
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	28·83		28·94		28·95		28·87		28·90		28·94		28·93	28·91		
	5	28·91		28·92		28·94		28·92		28·83		28·89		28·95	28·91		
	10	28·99		28·93		28·94		28·89		28·89		28·97		28·90	28·93		
	17·5	29·14		29·03		29·05		29·10		29·05		29·16		29·12	29·09		
	24·5 Grund	29·31		29·18		29·17		29·13		29·40		29·33		29·16	29·24		
Salzgehalt (*S*)	0	37·28		37·43		37·46		37·35		37·36		37·41		37·38	37·39	0·18	0·04
	5	37·34		37·37		37·40		37·36		37·25		37·30		37·36	37·34	0·15	0·04
	10	37·41		37·38		37·38		37·30		37·28		37·36		37·29	37·34	0·14	0·04
	17·5	37·57		37·43		37·48		37·50		37·43		37·57		37·52	37·49	0·14	0·04
	24·5 Grund	37·69		37·57		37·57		37·51		[37·56][1]		37·75		37·54	37·60	0·24	0·08
Strömung	0	Aus ENE (0–10)	Aus ESE	—	—	—	—	Strom-umkehr	—				Ganz schwach aus NE				
	5			Aus ESE (5–10)			—	Aus WNW (5–10)	—	Aus WNW	Aus WSW						
	10				·/.	·/.	—		—			—		0			
	17·5	—	—	—	—	—	Aus NE	—	Aus WNW								
Temperatur der Luft in °C	0·1	5·4	5·4	5·5	6·0	5·6	5·6	5·6	5·5	5·4[2]	6·0	6·0	6·0	6·2	5·7	0·8	
	2	5·0	5·1	5·2	5·4	5·0	5·0[5]	5·2	5·1	5·2	5·8	5·8	5·8	6·2	5·4	1·2	
Bewölkung	—	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Windrichtung und Stärke	—	SE 1	SE 1	SE 0·5	WNW 1	NNW 0·5	NNW 0·5	WNW 1	WNW 0·5	N 0·5	NNE 0·5[3]	WNW 0·5[4]	NNE 1	ESE 0·5	Mittl. Stärke 0·7		

1 Interpoliert für eine offenbar schlechte Beobachtung [37·84].
2 Beim Einsetzen des Nord 0·1 *m*: 5·6°; 2 *m*: 5·4°.
3 4ʰ 20ᵐ setzt ENE ein.
4 5ʰ 30ᵐ erhebt sich der NE.
5 Wassertemperatur in 1 *m* um 8ʰ: 9·6 und Schwache Dünnung aus NW.

Tabelle IX.

Terminfahrt: März 1906. Station: Nr. 8 (IX). Position: 45° 32′ 20″ nördl. Br.; 13° 34′ 20″

	Tiefe in *m*	7h a.	8h	9h	10h	11h	12h m.	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Temperatur des Wassers in °C	0 10 15 20 27 Grund	8·30 8·48 — 8·46? 8·30	8·30 8·50 8·40 8·28 8·30	8·50 8·46 — 8·30 8·38	8·60 8·58 8·41 8·30 8·40	8·58 8·60 — 8·30 8·41	8·84 8·60 8·50 8·38 8·42	8·90 8·60 — 8·38 8·38	8·88 8·64 8·48 8·32 8·40	9·02 8·70 — 8·40 8·34	8·94 8·70 8·52 8·38 8·41	8·86 8·76 — 8·38 8·42	8·80 8·74 8·42 8·36 8·40	8·80 8·78 — 8·32 8·40
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0 10 20 27 Grund	29·08 29·30 29·33 29·64		28·85 29·40 29·49 29·69		29·15 29·24 29·51 29·44		29·06 29·34 29·71 29·63		[28·96] [29·30] [29·58] [29·60]		29·01 29·29 29·44 29·55		29·07 29·35 29·54 29·65
Salzgehalt *(S)*	0 10 20 27 Grund	37·34 37·59 37·57 37·88		37·09 37·72 37·75 37·97		37·48 37·54 37·77 37·66		37·43 37·66 38·04 37·89		[37·34] [37·64] [37·87] [37·84]		37·36 37·63 37·70 37·79		37·42 37·72 37·80 37·92
Strömung	—	Von der Oberfläche bis zum Grunde stark aus WSW	In 10 *m* stark aus WNW	Drehung auf N	In 10 *m* und 15 *m* aus NE	Oberfläche bis 15 *m* aus NE	10 *m* bis Grund aus NE; oberhalb anfangs in den Golf, dann wechselnd	In 10 und 20 *m* aus ESE	In 10 und 15 *m* aus ENE	Oberfläche bis 10 *m* schwach aus WNW; 10—20 *m* schwach aus ENE	Oberfläche bis 20 *m* aus NE	Oberfläche bis 5 *m* schwach aus N; 5—15 *m* stark aus NE	In 15 *m* aus E	In 10 und 20 *m* aus W; am Grunde hinaus?
Temperatur der Luft in °C	0·1 2	6·5 5·8	6·8 7·4	7·5 7·3	7·8 7·9	8·2 8·1	8·8 8·6	8·8 8·8	[2] 9·4 9·2	9·0 9·0	10·0 10·2	10·2 10·3	9·0 9·0	8·8 9·0
Bewölkung	—	0	0	0	0	1	1—2	4	5—6	1	0	0	1—2	1
Windrichtung und Stärke	—	0	0	0	0	NW 0·5	WNW 1—2	WNW 2	W 2	W 1—2	W 1—2	WSW 1	0	0
	Bei Beginn ganz schwacher Borin, später eben so schwacher SW	Wassertemperatur in 0·5 *m* 8·42, in 1 *m* 8·47, in 5 *m* 8·48°					Wellen überstürzen sich Wassertemperatur in 1 *m* 8·73°		2 2h 25m: 9·4°				Die See wird glatt	

Die interpolierten Werte sind eingeklammert.

östl. L. v. Gr. (I *km* nördl. von Pirano). Beobachtungszeit: 15./III. 7^h a. m. bis 16./III. 7^h a. m.

8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	Mittel[1]	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
8·78	8·74	8·78	8·70	8·70	8·68	8·62	8·64	8·64	8·60	8·60	8·62	8·71	0·70	0·13	0
8·62	8·64	8·44	8·58	8·62	8·60	8·60	8·60	8·60	8·60	8·60	8·62	8·61	0·30	0·06	10
8·44	—	8·42	—	8·48	—	8·52	—	8·50	—	8·58	—	8·47	0·20	0·05	15
8·36	8·40	8·38	8·40	8·40	8·40	8·40	8·44	8·42	8·44	8·50	8·50	8·38	0·20	0·04	20
8·38	8·38	8·30	8·40	8·34	8·38	8·38	8·38	8·38	8·38	8·40	8·40	8·38	0·10	0·02	27 Grund
	29·04		29·16		29·16		29·07		29·03			29·05			0
	29·29		29·33		29·32		29·23		29·22			29·30			10
	29·52		29·42		29·42		29·40		29·36			29·48			20
	29·48		29·53		29·47		29·47		29·44			29·55			27 Grund
	37·38		37·52		37·52		37·39		37·33			37·39	0·43	0·08	0
	37·60		37·65		37·65		37·52		37·51			37·62	0·21	0·06	10
	37·81		37·66		37·68		37·66		37·60			37·75	0·47	0·09	20
	37·70		37·77		37·68		37·68		37·65			37·78	0·32	0·10	27 Grund
In 10 *m* aus WNW	In der Tiefe schwach aus WNW	In 5 *m* aus NE; in 10 und 15 *m* aus N	In 5—15 *m* aus NE	In 5—15 *m* aus ESE	In 10 *m* stark aus ENE	In 10 und 15 *m* stark aus ENE	In 10 *m* aus ENE	In 5 bis 15 *m* aus ENE	In 10—20 *m* aus NE	Oberfläche bis 5 *m* aus W; in 20 *m* aus S	An der Oberfläche stark aus WNW				—
8·4 8·4	8·1 8·2	7·4 7·2	7·0 7·1	7·0 6·8	6·6 6·6	6·8 7·2	7·8 7·8	7·4 7·2	7·6 7·8	7·6 7·8	8·6 8·6	8·1 8·1	3·7 4·5		0·1 2
0	0	1	0	1	1	6	3	9	10	10	9	2·5			—
0	0	E 1—2	SE 0·5	ESE 0·5	ESE 0·5	0	ENE 1	ESE 0·5	0	SW 1	ESE 1—2	0·7			—
		Wassertemperatur in 1 *m* und 5 *m* 8·7°													

[1] Zur Mittelbildung bei Dichte und Salzgehalt nur die Beobachtung um 7^h a. m. mit halbem Gewichte genommen.

Tabelle XI.

Terminfahrt: März 1906. Station Nr. 15 (X). Position: 45° 42′ 14″ nördl. Br.; 13° 25′ 24″ östl. L. v. Gr.

	Tiefe in *m*	7^h a.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.
Temperatur des Wassers in °C	0	9·40	9·50	9·60	10·14	10·80	10·80	11·20
	1	9·40	9·46	9·60	9·90	10·08	9·80	9·98
	2	9·50	9·50	9·58	9·60	9·54	9·70	9·80
	3	9·58	9·50	9·52	9·54	9·50	9·60	9·70
	5—6 Grund	9·54	9·50	9·50	9·54	9·60	9·58	9·60
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	20·19	20·43	20·44	20·28	18·80?	19·66	19·29
	1	20·21	20·47	20·45	20·41	20·34	20·33	20·29
	2	20·87	20·97	21·16	20·97	20·76	20·52	20·46
	3	21·20	20·58?	21·47	21·47	21·52	21·21	21·19
	5—6 Grund	21·54	21·46	21·67	21·67	21·66	21·41	21·65
Salzgehalt *(S)*	0	26·16	26·49	26·52	26·42	24·65 [2]	25·75	25·35
	1	26·19	26·55	26·55	26·55	26·49	26·42	26·40
	2	27·05	27·18	27·43	27·20	26·92	26·64	26·58
	3	27·49	26·68 [1]	27·83	27·82	27·87	27·49	27·49
	5—6 Grund	27·89	27·78	28·06	28·06	28·07	27·74	28·04
Strömung	—	Von der Oberfläche bis zum Grund gegen den Kanal Primero	An der Oberfläche keine Strömung; sonst wie vorher	0	0	Von der Oberfläche bis zum Grund gegen Grado	Von der Oberfläche bis 3 *m* nach Grado; am Grund gegen Kanal Primero	·/·
Temperatur der Luft in °C	0·1	8·0	8·3	9·8	11·0	11·8	12·8	12·4
	2	7·6	8·2	9·8	11·4	12·0	12·4	12·4
Bewölkung	—	10 Sonne durchscheinend	8	4 Cirri	3—4	3—4	3—4	4
Windrichtung und Stärke	—	NNE 0·5	NNE 0·5	NE 0·5	0	0	WNW 0·5	WNW 0·5
							Oberflächentemperatur mit gleichem Ergebnis nachgemessen	

[1] Zur Berechnung den interpolierten Wert 27·50 benützt.
[2] Zur Berechnung den interpolierten Wert 26·08 benützt.

(Lagune von Grado, Kanal von Barbana). Beobachtungszeit: 14./VII. 7^h a. m. bis 15./VII. 7^h a. m.

2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	Mittel	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
11·40	11·50	11·24	11·20	11·58	12·00	10·81	2·60	0·65	0
10·28	10·38	10·70	10·80	11·58	11·80	10·26	2·40	0·53	1
9·90	9·98	9·98	9·90	10·80	12·00	9·92	2·50	0·34	2
9·60	9·70	9·98	10·00	10·58	19·90	9·79	1·40	0·29	3
9·60	9·70	9·94	10·00	10·26	10·40	9·73	0·90	0·22	5—6 Grund
19·21	19·43	19·76	19·93	20·25	20·27	19·81			0
20·07	20·07	19·90	20·02	20·22	20·49	20·24			1
20·43	20·47	21·01	21·16	20·31 ?	21·30	20·78			2
21·54	20·54 ?	21·75	21·79	21·57	21·79	21·34			3
21·78	21·81	22·09	22·02	22·06	22·00	21·75			5—6 Grund
25·30	25·61	25·99	26·19	26·69	26·81	26·07	2·19	0·52	0
26·18	26·20	26·05	26·22	26·65	27·04	26·41	0·99	0·18	1
26·56	26·63	27·32	27·49	26·58 [4]	28·13	27·10	1·57	0·36	2
27·92	26·65 [3]	28·27	28·33	28·16	28·50	27·89	1·82	0·44	3
28·21	28·27	28·68	28·60	28·70	28·65	28·21	0·96	0·28	5—6 Grund
Oberfläche bis 1 *m* keine Strömung; 2—3 *m* nach Grado; 3 *m* bis Grund gegen Kanal Primero	/.	Oberfläche bis 3 *m* stark gegen Kanal Primero	Oberfläche bis Grund stark gegen Kanal Primero		·/.				—
12·20	12·6	12·6	12·4	11·8	10·4	11·4	4·8		0·1
12·40	12·8	12·6	12·6	11·8	10·4	11·45	5·2		2
3—4	3	7	9	7—8	9	5·5			—
NW 1—2	SW 2	SW 2	WSW 1—2	SW 1	SW 0·5	Mittlere Stärke 0·9			—

[3] Zur Berechnung den interpolierten Wert 28·00 benützt.
[4] Zur Berechnung den interpolierten Wert 27·62 benützt.

Tabelle XI^l.

Terminfahrt: Februar 1908. Station Nr. 2 (XI). Position: 45° 42′ 14″ nördl. Br.; 13° 25′ 24″ östl. L. v. Gr.

	Tiefe in *m*	7h 35 a.	8h	9h	10h	11h	12h m.	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Temperatur des Wassers in °C	0	0·30	0·20	0·20	0·60	1·50	1·84	2·20	3·10	3·06	3·08	3·18	3·02	2·80
	2	[0·20]	0·10	0·30	0·58	1·42	1·80	2·18	2·90	3·02	3·06	3·18	3·04	2·80
	5—6 Gr.	0·28	0·44	—0·20	0·64	1·40	1·79	1·90	2·80	3·10	3·00	3·20	3·04	2·78
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	26·77	26·54	26·35	26·40	26·35	26·21	25·94	25·96	26·10	26·18	26·23	26·32	26·33
	5—6 Gr.	26·89	26·89	26·93	26·47	26·36	26·20	26·19	26·14	26·24	26·22	26·35	26·54	26·63
Salzgehalt (*S*)	0	33·33	33·04	32·81	32·89	32·90	32·75	32·46	32·57	32·75	32·84	32·92	33·01	32·99
	5—6 Gr.	33·47	33·48	33·48	32·95	32·88	32·72	32·71	32·74	32·90	32·86	33·04	33·26	33·35
Strömung	—	Schwach gegen Kanal Primero		Stark gegen Grado	·/·	·/·	·/·	Oberfläche bis 2 *m* keine Strömung, darunter schwach gegen Kanal Primero	Stark gegen Kanal Primero	·/·	·/·	Ganz schwach gegen Kanal Primero	·/·	0
Temperatur der Luft in °C	2	—3·0	—3·0	—1·7	—0·4	+1·6	2·8	3·6	4·4	5·0	4·8	4·6	3·8	2·2
Bewölkung	—	1	1	1·5	1·5	0 Einige Cirri	0 ·/·	0 ·/·	0 ·/·	1 Cirri	1·5	5 Strat. et Cirri	3—4 ·/·	1
Windrichtung und Stärke	—	N 1	N 0·5	NNW 0·5	WNW 0·5	WNW 0·5	W 0·5	NNW 1	NW 1	W 1	W 1	W 1	W 0·5	N 0·5
	Wassertemperatur in °C	in 0·1 *m* =0·1°												
	Mehrere Tage vor Beginn dieser Beobachtung herrschte Bora	Beobachtung gerade bei Sonnenaufgang Tiefste Ebbe	Beginn der Flut	Steigend Wasser	Fast kein Plankton ·/·	·/·	·/·	Stromumkehr	Fallend Wasser	·/·	·/·	Unterschied zwischen Hoch- und Niedrigwasser zirka 1 *m* Ebbe tiefer als in der Früh	·/·	Steigend Wasser

Die interpolierten Werte sind eingeklammert.

(Lagune von Grado, Kanal von Barbana). Beobachtungszeit: 6./II. 7^h 35^m a. m. bis 7./II. 7^h 40^m a. m.

8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	7^h 40 a.	Mittel[1]	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
2·80	2·88	2·80	2·80	3·08	3·00	2·92	2·98	2·64	2·18	1·78	1·50	1·40	2·31	2·98	0·79	0
2·80	2·80	3·08	3·00	3·18	3·04	3·00	3·02	2·70	2·20	[1·80]	1·58	1·42	2·32	3·08	0·81	2
2·70	2·60	2·70	3·02	3·14	3·04	3·00	3·08	2·80	2·24	1·80	1·58	1·34	2·29	3·40	0·81	5–6 G
26·37	26·37	26·12	26·02	26·33	26·16	25·92	25·83	25·94	26·07	26·12	26·12	—	26·19			0
26·79	26·85	26·68	26·42	26·33	26·30	26·11	26·01	26·54	26·35	26·27	26·26	—	26·43			5–6 Gr.
33·04	33·06	32·74	32·61	33·03	32·81	32·50	32·39	32·50	32·61	32·63	32·60	—	32·78	0·94	0·18	0
33·54	33·60	33·40	33·11	33·01	32·95	32·72	32·61	33·22	32·95	32·80	32·77	—	33·06	0·99	0·26	5–6 Gr.
An der Oberfläche 0; am Grund ganz schwach gegen Kanal Primero	Ganz schwach gegen Grado	Etwas stärker (besonders an der Oberfläche) gegen Grado	Stark gegen Grado	Sehr stark gegen Grado	·/·	·/·	Ganz schwach gegen Grado	Gegen Kanal Primero	Stark gegen Kanal Primero	·/·	Stark gegen Kanal Primero	Ganz schwach gegen Kanal Primero	—			—
1·5	1·2	1·6	1·7	2·0	3·0	1·0	0·8	0·6	1·8	0·4	0·0	−1·0	1·7			2
2—3	6—7	8—9	9	6—7	1	0	0	0	0	0	1 Cirri	3	2·1			—
N zu E 0·5	E 0·5	0	W zu N 0·5	0	0	NE 1—2	ENE 0·5	NE 0·5	ENE 1	ENE 1	W 0·5	ENE 0·5	Mittlere Stärke 0·6			—
·/·	Oberflächentemperatur zweimal mit gleichem Erfolg gemessen ·/·	·/·	·/·	·/·	Ab 1^h a. prächtiger klarer Sternenhimmel ·/·	·/·	Unterschied gegen Niedrigwasser 1·2 *m* Hohe Flut	Fallend Wasser	·/·	·/·	·/·	Beobachtung gerade bei Sonnenaufgang	Die Temperaturmittel wurden ohne die Beobachtungen um 7^h 40 a. des 7./II. gebildet			

Tabelle XII.

Terminfahrt: Februar 1908. Station Nr. 3 (XII). Position: 45° 32′ 20″ nördl. Br.; 13° 34′ östl. L.

	Tiefe in *m*	7^h a.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h
Temperatur des Wassers in °C	0	7·60	7·62	7·78	7·81	8·00	8·12	8·26	8·60	8·70	[1] 8·72	8·68	8·30	8·00
	10	7·60	7·62	7·70	7·79	7·94	7·81	7·88	7·82	7·84	7·80	7·80	7·80	7·80
	24—25 Gr.	7·60	7·62	7·63	7·64	7·70	7·80	7·79	7·80	7·80	7·80	7·76	7·70	7·70
Dichte $(\sigma_{\tau n})$	0	29·95	29·83	29·92	29·92	29·84	29·75	29·92	29·73	29·69	29·62	29·59	29·70	29·80
	10	29·82	30·02	30·02	29·91	29·89	30·01	29·95	29·94	29·86	29·83	29·90	29·90	29·81
	24—25 Gr.	30·32	30·17	30·10	30·16	30·18	30·15	29·98	30·05	30·11	29·90	30·04	29·90	30·06
Salzgehalt *(S)*	0	38·30	38·15	38·30	38·30	38·24	38·15	38·40	38·22	38·21	38·12	38·06	38·13	38·19
	10	38·07	38·33	38·35	38·22	38·22	38·36	38·30	38·27	38·18	38·13	38·22	38·22	38·10
	24—25 Gr.	38·62	38·44	38·35	38·42	38·46	38·46	38·22	38·31	38·40	38·13	38·30	38·10	38·31
Strömung	—	—	In 10 *m* aus dem Golf hinaus	In 10 *m* schwach aus SE	In 10 *m* aus NNE	In 10 *m* schwach aus E	In 10 *m* stark aus E	In 10 und 25 *m* stark aus S zu E	In 10 *m* stark aus E	Stark aus ESE	Aus dem Golf hinaus	In 10 *m* aus E; am Grunde aus NNE	In 10 *m* aus E zu S	In 10 *m* aus SSE
Temperatur der Luft in °C	2	6·4	6·3	7·0	7·3	7·9	7·6	8·0	8·2	9·0	8·8	9·1	8·4	8·2
Bewölkung	—	0	1	3—4	1—2	1	5 Im SW	8 Sonne durch-	9 scheinend	6 Sonnen-	8—9 schein	6 SW frei	3	3
Windrichtung und Stärke	—	ENE 1—2	ESE 1—2	ENE 1—2	ENE 1	NW 0·5	NNE 0·5	N 0·5	E 0·5	An der Küste E 0·5; auf der See NNW 0·5	0	NNW 0·5, später SSW 1	SSE 0·5	SSE 0·5
	Mehrere Tage vorher Bora. Am Vortag Scirocco bis zur Stärke 3, der aber am Abend völlig abflaut.	Grund bei 25 *m*				Der NW setzt bald nach 10^h ein				Wasserstand am tiefsten (Gr. bei 24 *m*)	[1]			

[1] Wassertemperaturen 4^h 15^m in 0·5 *m* 8·42, in 1 *m* 8·1, in 2 *m* 8·0, in 5 *m* 7·9.

v. Gr. (1 *km* nördlich von Pirano). Beobachtungszeit: 8./II. 7^h a. m. bis 9./II. 7^h a. m.

8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	Mittel	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
8·04	7·80	7·60	7·60	7·56	7·40	[2] 7·40	7·50	7·78	7·66	7·74	7·79	7·93	1·32	0·34	0
7·80	7·65	7·70	7·68	7·66	7·64	7·70	7·81	7·84	7·84	7·90	7·85	7·77	0·34	0·77	10
7·70	7·68	7·64	7·66	7·64	7·66	7·68	7·79	7·70	7·70	7·74	7·68	7·71	0·20	0·53	24—25 Gr.
29·74	29·85	29·83	29·73	29·66	29·68	29·66	29·76	29·64	29·69	29·68	29·71	29·75			0
30·03	29·86	29·85	29·91	29·90	29·90	29·90	29·78	29·89	29·87	29·83	29·92	29·90			10
29·97	29·94	30·02	30·04	29·92	29·97	30·03	29·90	29·78	29·87	29·98	29·95	30·02			24—25 Gr.
38·13	38·22	38·15	38·03	37·93	37·93	37·90	38·04	37·95	37·98	37·99	38·04	38·12	0·50	0·11	0
38·39	38·14	38·13	38·21	38·19	38·19	38·21	38·06	38·22	38·19	38·15	38·22	38·21	0·33	0·06	10
38·21	38·15	38·25	38·28	38·13	38·19	38·26	38·13	37·95	38·06	38·22	38·17	38·26	0·67	0·11	24—25 Gr.
In 10 *m* schwach aus SSE	Ganz schwach aus N	In 10 *m* aus W zu N	In 10 *m* aus WNW	In 10 *m* aus W su S	In 10 *m* aus W von 0—2 *m* keine Strömung	In 10 *m* aus ENE	In 10 *m* aus ENE	Von der Oberfläche bis 10 *m* keine Strömung	In 10 *m* aus NE	In 10 *m* aus ENE?	—	—			—
7·7	7·8	6·8	6·6	6·4	6·8	7·0	7·0	7·2	7·0	6·9	6·9	7·5			2
1	3	2—3	8 Cumuli	6—7	9	9	10	6	7	10	10	5·5			—
SSE 1—2	S 2	W zu N 0·5	WNW 0·5	W zu S 0·5	W 0·5	WSW 0·5	WSW 1	S zu W 2	SE 2	SE 2	SE 2	Mittlere Stärke 1			—

[2] Wassertemperaturen 2^h 25^m in 0·5 *m* 7·53, in 1 *m* 7·6.

Tabelle XIII.

Terminfahrt: Juli 1908. Station Nr. 1 (XIII[1].) Position: 45° 42′ 14″ nördl. Br.; 13° 25′ 24″ östl. L. v. Gr.

	Tiefe in *m*	7h 20m a.	8h 10m	9h	10h	11h	12h m.	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Temperatur des Wassers in °C	0	24·85	25·20	25·20	25·60	25·76	25·90	26·64	27·50[1]	27·38	27·26	27·60	27·54	27·50
	1	24·85	25·14	25·20	25·59	25·70	25·81	26·50	27·57	27·39	27·20	27·50	27·54	27·52
	3	24·85	25·10	25·20	25·56	25·64	25·58	25·80	27·60	27·50	27·24	27·42	27·44	27·50
	5—6 Grund	24·85	25·08	25·16	25·56	25·60	25·50	25·58	27·23	27·40	27·26	27·36	27·44	27·50
Dichte (σ_{t_n})	0	22·49		22·28		21·66		21·42		21·54		21·58		21·39
	1	22·50		22·03		21·71		21·51		21·40		21·56		21·45
	3	22·68		22·14		21·74		21·92		21·54		21·65		21·48
	5—6 Grund	22·50		22·18		21·77		21·97		21·63		21·70		21·50
Salzgehalt (*S*)	0	33·78		33·65		33·04		33·09		33·56		33·71		33·41
	1	33·80		33·31		33·10		33·15		33·39		33·64		33·50
	3	34·00		33·45		33·10		33·40		33·60		33·71		33·53
	5—6 Grund	33·77		33·46		33·10		33·35		33·65		33·74		33·53
Strömung	—	Schwach gegen Grado	Stärker gegen Grado	Stark gegen Grado	Schwächer gegen Grado	·/.	Schwach gegen Grado	Ganz schwach gegen Kanal Primero	Stärker gegen Kanal Primero	·/.	·/.	5h schwach gegen Kanal Primero, 5h 30m schwach gegen Grado	Stärker gegen Grado	Sehr stark gegen Grado
Temperatur der Luft in °C	2	24·6	25·3	25·5	25·5	25·8	26·0	25·8	25·4	24·7	24·4	25·4	25·3	25·2
Bewölkung	—	2	3	1—2	5 Cirri u. Cumuli	3	3—4	5	7	8—9	5	3 Cirri	2	1
Windrichtung und Stärke	—	0	SE 1	SW 1—2	SW 2	S 1—2	SW 2	WSW 1—2	SSW 2	SW 3	0	0	0	0
	Vollmond. Am Vorabend der Beobachtungen ein heftiges Gewitter	Steigend Wasser	·/.	·/.	·/.	·/.	·/.	Fallend Wasser	·/.	·/.	·/.	Zuerst fallend, dann Steigend Wasser	Steigend Wasser	·/.

[1] Temperatur der Wasseroberfläche zweimal mit gleichem Ergeb. gemessen

(Lagune von Grado, Kanal von Barbana). Beobachtungszeit: 14./VII. 7h20m a. m. bis 15./VII. 7h35m p. m.

8h	9h	10h	11h	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h 35m	Mittel[1]	Tagesamplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in m
27·20	26·66	26·20	25·88	25·90	25·90	25·74	25·40	25·10	25·00	25·04	25·10	26·17	2·75	0·82	0
27·26	26·64	26·14	25·96	25·90	25·92	25·74	25·40	25·08	25·00	25·00	25·00	26·15	2·72	0·81	1
27·46	26·60	26·10	25·94	25·98	25·92	25·66	25·40	25·08	24·98	25·00	25·00	26·11	2·75	0·82	3
27·40	26·64	26·16	25·90	25·84	25·80	25·70	25·40	25·00	24·90	24·96	24·60	26·05	2·90	0·83	5—6 Grund
	21·59		22·04		21·91		22·33		22·36		—	21·86			0
	21·53		21·88		21·92		22·34		22·39		—	21·82			1
	21·65		21·97		22·04		22·36		22·47		—	21·94			3
	21·59		22·00		22·13		22·43		22·55		—	21·97			5—6 Grund
	33·32		33·60		33·44		33·78		33·68		—	33·49	0·74	0·21	0
	33·24		33·42		33·47		33·80		33·71		—	33·45	0·70	0·19	1
	33·36		32·53		33·60		33·82		33·80		—	33·56	0·90	0·17	3
	33·28		33·51		33·66		33·89		33·85		—	33·56	0·79	0·19	5—6 Grund
·/.	Stark gegen Grado	Schwach gegen Grado	·/.	Schwach gegen Kanal Primero	Stark gegen Kanal Primero	Sehr stark gegen Kanal Primero	·/.	Schwach gegen Kanal Primero	Sehr schwach gegen Kanal Primero	Keine Strömung wahrzunehmen	·/. aber Wasser schon gestiegen				—
24·5	24·2	23·9	23·8	23·9	22·8	23·1	22·4	21·9	22·3	23·1	24·1	24·3	4·1		1
2	2	2	3	1—2	1	1	1	0·5	0·5	0·5	0·5	2·7			—
0	NE 0·5	NE 0·5	ESE 2	ESE 2	Einzelne Stöße aus ENE 2	0	Stoßweise ENE 3	0	0	E 1	0	1·1			—
·/.	·/.	·/.	Hochwasser; nicht so hoch wie Mittags	Fallend Wasser	·/.	·/.	·/.	·/.	Außerordentlich tiefe Ebbe; Wasserstand zirka 1·5 *m* niedriger als bei Hochwasser						

[1] Zur Mittelbildung bei Dichte und Salzgehalt wurde nur die Beobachtung um 7h 20m a. m. mit halbem Gewichte genommen

Tabelle XIV.

Station XIV (Nr. 2, Juli 1908). Position: 45° 38′ nördl. Br.; 13° 22′ 20″ östl. L. v. Gr. (5 *km*

	Tiefe in *m*	7h 15m a.	8h	9h	10h	11h	12hm.	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Temperatur des Wassers in °C	0	23·90	23·94	24·04	24·30	24·80	24·94	24·40	24·30	24·20	24·38	24·18	24·16	24·06
	1[1]	[23·90]	23·94	[24·02]	[24·15]	24·20	24·56	24·34	24·20	24·12	24·30	24·16	24·14	24·08
	3[1]	23·90	[23·94]	[24·00]	[24·10]	[24·10]	24·04	24·00	24·18	24·10	24·24	24·10	24·10	24·08
	5	23·90	23·94	24·00	24·10	24·06	24·00	24·04	24·06	24·08	24·14	24·18	24·16	24·10
	10	23·90	23·94	23·70	23·90	24·00	24·00	23·90	23·82	23·74	23·60	23·80	23·94	23·94
	13·5—14·5 Grund	22·10	22·30	22·42	22·60	22·76	22·82	23·06	23·20	23·26	23·20	23·10	23·14	23·10
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	23·09		23·32		23·15		23·09		23·23		23·20		23·28
	1	23·37		[23·34]		23·30		23·23		23·23		23·31		23·24
	3	23·25		[23·34]		[23·31]		23·25		23·26		23·27		23·27
	5	23·22		23·35		23·33		23·28		23·41		23·36		23·37
	10	23·52		23·95		23·68		23·71		24·31		24·30		23·76
	13·5—14·5 Grund	25·43		25·56		25·40		25·05		24·84		25·12		25·04
Salzgehalt (*S*)	0	34·20		34·56		34·64		34·40		34·51		34·46		34·52
	1	34·57		[34·58]		34·60		34·56		34·47		34·60		34·47
	3	34·40		[34·56]		[34·56]		34·45		34·50		34·51		34·50
	5	34·34		34·55		34·56		34·49		34·67		34·64		34·61
	10	34·70		35·20		34·96		34·96		35·69		35·70		35·05
	13·5—14·5 Grund	36·53		36·82		36·74		36·39		36·19		36·51		36·39
Strömung	—	In der Tiefe aus SSE	In 5 *m* und am Grund stark aus N In 10 *m* aus E	In 5 und 10 *m* aus S Am Grund aus NE	Oberfläche bis 5 *m* aus S In 10 *m* keine Störung Am Grund aus NE	In 5 *m* aus S Am Grund aus SE	·/·	In 5 *m* aus ESE Am Grund aus NE	In 5 *m* aus N	In 5 *m* aus N In 10 *m* aus NE	In 2—5 *m* aus N; in 10 *m* aus NE Am Grund aus E	In 3 *m* aus N In 5 *m* aus NE	In 5 *m* aus N; in 10 *m* und am Grund aus NE; 6h 15m In 1—5 *m* aus SSE	In 5 *m* und bis zum Grund aus E
Temperatur der Luft in °C	2	20·1	20·0	20·3	21·9	21·0	22·2	22·1	22·5	22·5	23·0	22·6	22·8	23·0
Bewölkung	—	6	3·5	2	0·5	1	1	2—3	4	6	4—5	7	8—9	7
Windrichtung und Stärke	—	N 2	WNW 3	WNW 1	0	0	SW 1	WSW 2	W 3	W 3—4	W 3	W 3	W 1	0
	Am Vorabend der Beobachtung ging unter bedeutendem Niederschlag und Sturm ein heftiges Gewitter aus SW nieder	Seegang Äußerst klare Luft			Seegang bereits gering					Starker Seegang			Seegang läßt nach	
Gemessene Wassertiefe in *m*		13·5	·/·			14·2	14·25					14	·/·	

Interpolierte Werte sind eingeklammert.

[1] Die Temperaturen in 1 und 3 *m* Tiefe wurden stets am Schluß der Serie gemessen.

südl. von Grado, wie Station I). Beobachtungszeit: 16./VII. 7^h 15^m a. m. bis 17./VII. 7^h 15^m a. m.

8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h 15^m	Mittel [1]	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
24·00	24·00	24·00	24·00	24·00	24·00	23·90	23·86	23·82	23·88	23·82	23·84	24·12	1·12	0·22	0
23·90 [2]	24·00	24·00	24·00	24·00	23·98	23·90	23·84	23·80	23·78 [3]	23·86	23·80 [4]	24·05	0·78	0·15	1
24·00	24·00	24·00	23·90	23·94	23·86	24·00	23·80	23·70	23·80 [3]	23·82	23·86	23·99	0·54	0·10	3
24·02	24·02	24·00	24·00	24·00	24·00	23·96	23·92	23·90	23·88	23·86	23·92	24·01	0·32	0·06	5
23·94	24·02	24·00	23·64	23·60	23·66	23·80	23·90	23·98	24·10	24·10	24·06	23·88	0·50	0·08	10
22·90	22·86	23·00	22·90	22·84	23·16	23·10	23·08	23·10	23·20	23·30	23·28	22·96	1·20	0·23	13·5—14·5 Grund
	23·25		23·09		23·15		23·26		23·22		—	23·20			0
	23·26		23·06		23·20		23·26		23·27		—	23·25			1
	23·27		23·16		23·26		23·27		23·28		—	23·27			3
	23·31		23·16		23·30		23·22		23·22		—	23·30			5
	23·37		24·23		24·38		24·18		23·95		—	23·96			10
	25·29		25·30		25·02		24·97		24·91		—	25·15			13·5—14·5 Grund
	34·46		34·25		34·33		34·42		34·37			34·44	0·44	0·09	0
	34·47		34·20		34·38		34·42		34·40			34·47	0·40	0·09	1
	34·47		34·29		34·40		34·38		34·42			34·46	0·27	0·06	3
	34·52		34·31		34·50		34·36		34·34			34·50	0·36	0·10	5
	34·56		35·54		35·75		35·57		35·35			35·28	1·19	0·34	10
	36·63		36·65		36·39		36·29		36·26			36·48	0·63	0·17	13·5—14·5 Grund
In 3 *m* aus E	—	In 5 und 10 *m* aus SE	In 3 und 5 *m* aus SSE	In 5 *m* aus NE	In 5 *m* aus E	In 5 m aus E	In 5 *m* aus NNE In 3 *m* aus E	In 5 *m* aus NNE In 3 *m* aus E	In 3—10 *m* aus NNE	In 5 *m* und am Grund aus E	In 3 *m* bis zum Grund aus SE				—
22·4	22·1	22·4	21·3	21·4	21·0	21·0	19·8	19·6	19·9	19·5	20·1	21·4	3·5		2
8	6	4	4	8	6—7	3	1—2	0·5	0·5	0·5	0·5	3·9			—
E 3	E 3	E 1	NE 2	NE 3	NE 1—2	NNE 2	NNE 3	NNE 3	NNE 2—3	NNE 2—3	NNE 1—2	Mittl. Stärke 2			—
[2] Temperatur in 1 *m* zweimal mit gleichen Ergebnissen gemessen								4^h 40^m Sonnenaufgang	[3] Temperaturen in 1 u. 3 *m* zweimal mit gleichen Ergebnissen gemessen		[4] Temperaturen in 1 *m* zweimal mit gleichen Ergebnissen gem. Seegang sehr schwach	[1] Zur Mittelbildung bei Dichte und Salzgehalt wurde nur die Anfangsbeobachtung mit halbem Gewichte genommen			
			14·5	14·5			14	13·8	13·5	wenig. als 13·5	mehr als 13·5				

Tabelle XV.

Terminfahrt: Juli 1908. Station Nr. 3 (XV). Position: 45° 32′ 8″ nördl. Br.; 13° 34′ 12″ östl. L.

	Tiefe in *m*	7h 10m a.	8h	9h	10h	11h	12h m.	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Temperatur des Wassers in °C	0	24·26	24·26	24·30	24·20	24·20	24·24	24·22	24·28	24·26	24·30	24·30	24·34	24·30
	5	24·38	24·30	24·26	24·26	24·30	24·30	24·30	24·34	24·34	24·30	24·30	24·40	24·30
	8¹	—	24·18	—	—	—	23·96	—	—	—	23·90	—	—	—
	9¹	—	23·00	—	—	—	23·50	—	—	—	23·00	—	—	—
	10	22·38	22·42	22·84	23·26	23·38	23·40	23·40	23·66	23·46	23·20	22·76	22·80	22·90
	11¹	[19·76]	19·76	[20·40]	[21·04]	21·68	22·30	22·70	22·66	21·30	21·00	20·50	21·44	21·00
	12¹	—	19·60	—	—	—	21·96	—	—	—	20·20	—	—	—
	13¹	—	—	—	—	—	20·10	—	20·10	—	—	—	—	—
	15	19·34	19·34	19·30	19·26	19·40	19·40	19·46	19·66	19·80	19·74	19·50	19·60	19·70
	20	19·30	19·26	19·26	19·30	19·30	19·34	19·30	19·54	19·50	19·44	19·50	19·50	19·40
	33 Grund	18·94	18·90	19·20	19·20	19·30	19·20	19·20	19·18	19·20	19·24	19·30	19·30	19·20
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	23·51		23·45		23·36		23·38		23·57		[23·68]		23·41
	5	23·53		23·48		23·40		23·39		23·53		[23·71]		23·36
	10	25·10		24·78		24·55		24·44		24·67		[25·17]		25·01
	11¹	[26·91]	26·88	—		[25·94]		25·05		26·03		26·71		26·21³
	15	27·16		27·23		27·32		27·19		27·24		[27·37]		27·22
	20	27·29		27·32		[27·42]²		27·36		27·31		27·35		[27·36]²
	33 Grund	27·49		27·37		27·35		27·35		27·45		[27·45]		27·40
Salzgehalt (*S*)	0	34·90		34·83		34·69		34·70		34·97		[35·15]		34·79
	5	34·96		34·84		34·74		34·73		34·93		[35·15]		34·70
	10	36·22		35·96		35·88		35·73		36·06		[36·45]		36·29
	11¹	[37·65]	37·60	—		[36·94]		36·27		37·03		37·64		37·16³
	15	37·80		37·89		38·03		37·89		38·07		[38·13]		38·01
	20	37·94		37·95		[38·10]²		38·01		38·03		38·08		[38·05]²
	33 Grund	37·99		37·92		37·93		37·90		38·03		[38·06]		37·97
Strömung	—	In 5 und 10 *m* aus NNE	In 5 *m* aus W; in 8 *m* aus dem Golf hinaus	In 5 und 10 *m* aus NE	In 5 und 10 *m* aus E; in 20 und 30 *m* sehr wahrscheinlich aus W	In 5 *m* aus S	In 5 *m* aus NNE; in 8 *m* aus SW; in 9 *m* aus SSE; in 11 und 13 *m* aus W	In 5 *m* sehr schwach aus SW; in 10 *m* aus SSE	In 5 *m* stark aus E	In 5 und 20 *m* aus E; in 30 *m* sehr wahrscheinlich aus E	In 12 *m* aus ENE; in 20 *m* aus E; in 30 *m* sehr wahrscheinlich aus E	In 5 *m* aus SE; in 20 *m* aus ESE	In 5 *m* aus E; in 20 *m* aus E	In 5 *m* aus ENE
Temperatur der Luft in °C	2	22·6	22·8	23·3	23·5	23·9	23·2	23·2	23·7	23·8	23·9	24·2	23·6	23·6
Bewölkung	—	4 Dichte Cirri	6	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Windrichtung und Stärke	—	0 bald nachher SSE 2	SSE 2—3	SE 2—3	SE 2—3	SSE 3—4	S 2	ESE 1	E 2	ESE 2	ESE 2	SE 1—2	ESE 1	E
	Am Vortag u. bei Beginn der Beobachtungen glatte See		8h 30m in 9 *m* $\sigma_{\tau n}$ = 24·64 S = 35·85	Wassertemperatur in 10 *m* um 10h30m 23·0°			Der Regen, der nach 11h begann, hört wieder auf			In 15 und 20 *m* erst um 3h 25m, d. i. 10m später als gewöhnlich beobachtet		Temperatur in 20 *m* 2 mal mit gleichem Ergebnis gemessen. Leichte Dünnung	Dünnung	

¹ Die Beobachtungen in diesen Tiefen erfolgten zur halben Stunde (8½ a., 12½ p. etc.) ² Interpoliert für eine offenbar fehlerhafte Beobachtung. ³ 7h 15m gemessen.

Die interpolierten Werte sind eingeklammert.

v. Gr. (600 *m* nördl. von Pirano). Beobachtungszeit: 18./VII. 7h a. m. bis 19./VII. 7h a. m.

8h	9h	10h	11h[4]	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h 10m a.	Mittel[5]	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
24·26	24·20	24·14	[24·10]	[24·06]	[24·02]	[23·98]	[23·94]	23·90	23·80	23·90	23·96	24·15	0·50	0·13	0
24·30	24·30	24·26	[24·22]	[24·18]	[24·14]	[24·10]	[24·06]	24·02	23·90	23·90	23·94	24·22	0·50	0·11	5
24·00	—	—	—	—	—	—	—	23·40	—	—	23·80	—	—	—	8[1]
23·50	—	23·60	—	—	—	—	—	23·00	—	—	23·54	—	—	—	9[1]
23·10	23·80	24·06	[23·55]	[23·00]	[22·75]	[22·60]	[22·70]	23·20	22·70	22·60	23·00	23·14	1·70	0·36	10
21·80	23·00	21·80	[21·30]	[20·95]	[20·60]	[20·30]	21·20	21·20	21·60	21·10	22·30	21·43	3·20	0·63	11[1]
21·60	—	—	—	—	—	—	—	21·30	—	—	21·00	—	—	—	12[1]
19·80	—	—	—	—	—	—	—	20·80	—	—	20·70	—	—	—	13[1]
19·60	19·60	19·60	[19·60]	[19·60]	[19·60]	[19·60]	[19·60]	19·60	19·60	19·70	19·74	19·56	0·50	0·11	15
19·44	19·40	19·60	[19·58]	[19·55]	[19·52]	[19·50]	[19·47]	19·44	19·40	19·40	19·40	19·43	0·35	0·08	20
19·16	19·20	19·30	[19·29]	[19·27]	[19·25]	[19·24]	[19·22]	19·20	19·16	19·16	19·30	19·21	0·40	0·06	33 Grund
	23·48		—		—		—	23·48		23·71		23·50			0
	23·47		—		—		—	23·76		23·71		23·53			5
	24·48		—		—		—	24·90		25·16		24·83			10
	24·74		—		—		—	25·94		26·16		26·06			11[1]
	27·07		—		—		—	27·04		27·07		27·19			15
	27·23		—		—		—	27·16		27·16		27·30			20
	27·31		—		—		—	27·37		27·42		27·40			33 Grund
	34·83		—		—		—	34·72		35·03		34·86	0·46	0·12	0
	34·85		—		—		—	35·11		34·99		34·90	0·42	0·13	5
	35·93		—		—		—	36·26		36·38		36·12	0·72	0·21	10
	35·97		—		—		—	36·88		37·14		37·03	1·67	0·41	11[1]
	37·77		—		—		—	37·74		37·81		37·91	0·39	0·12	15
	37·89		—		—		—	37·81		37·80		37·97	0·30	0·09	20
	37·84		—		—		—	37·94		37·98		37·96	0·22	0·05	33 Grund
—	—	—	—	—	—	—	—	—	In 5 und 15 *m* aus NE	An der Oberfläche, in 5 und 20 *m* aus E	In 5 *m* aus NNE; in 12 *m*, 15 *m* und an der Oberfläche aus NE	—	—	—	—
23·5	23·0	22·6	[22·0]	[21·4]	[20·9]	[20·3]	[19·8]	19·2	19·1	19·2	19·8	22·3			2
10	10	10	[10]	[10]	[10]	[10]	]10]	10	9—10	7	3—4	9·4			—
E 2, bald nacher NE 3	NE 4	E 2 später SSE 4	[SSE 5—6]			—	—	SSE 4	SSE 2	SSE 2	SSE 2	Mittlere Stärke 2·9			
	9h 40m beginnt schwacher Regen einzusetzen	Der Regen wird stärker								Rasche Aufheiterung aus S; Dünnung aus SW	Dünnung wird schwächer und am Ende der Beob. Windstille u. glatte See		Nach Prof. Cori bei Schluß der Beobachtung viel weniger Plankton, aber viel mehr Sinkstoffe als am Tage vorher.		

[4] Wegen starken Seeganges mußten die Beobachtungen von 11h p. bis 3h a. entfallen.
[5] Zur Mittelbildung für Dichte und Salzgehalt wurden alle Werte mit vollem Gewichte genommen.